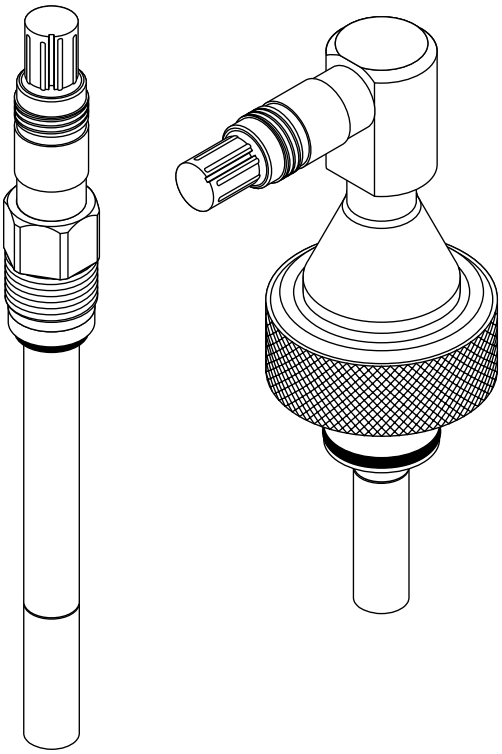
METTLER TOLEDO

InPro®6800 Series O_2 Sensors

Instruction manual
Bedienungsanleitung
Instructions d'utilisation



InPro 6800
52 200 953

English **Page 3**

Deutsch **Seite 36**

Français **Page 69**

© 10/05 Mettler-Toledo GmbH
Printed in Switzerland

InPro® 6800 Series O_2 Sensors

Instruction manual

© 10/05 Mettler-Toledo GmbH
Printed in Switzerland
InPro 6800
52 200 953

Contents

1 Introduction 5

2 Important notes 6

2.1 Notes on operating instructions 6
2.2 Intended use 6
2.3 Safety instructions 7
2.4 Examples of some typical applications 8
2.5 Use in Ex-zones 8
2.6 Ex-classification ATEX 9
2.6.1 Introduction 9
2.6.2 Rated data 9
2.6.3 Special conditions 10
2.7 Ex-classification FM approved 11
3.1 General information 12
3.2 Principle 12
3.3 Scope of delivery 12
3.4 Equipment features 13

4 Installation 15

4.1 Mounting the sensor 15
4.2 Connection 15
4.2.1 Connecting the InPro 6800 to a VP cable 15
4.2.2 Connecting the VP cable to the transmitter 16

5 Operation 17

5.1 Start-up and polarizing 17
5.2 Calibration 18
5.2.1 Purpose of calibration 18
5.2.2 What you have to know for calibration 18
5.2.3 Single point calibration 19
5.2.4 Dual point calibration 20

6 Maintenance 21

6.1 Inspection of the sensor 21
6.1.1 Visual inspection 21
6.1.2 Testing the sensor with the METTLER TOLEDO O_2 Sensor-Master InPro 6800 22
6.1.3 Testing the sensor via a transmitter 23
6.2 Changing the electrolyte, the membrane body or the interior body 24

7 Storage 27

8 Product specification 27

8.1 Certificates 27
8.2 Specifications 28

9 Ordering information 29

9.1 Sensors 29
9.2 Accessories 29
9.3 Spare parts 30
9.4 Recommended transmitters 30
9.5 Recommended housings 30

10 Theory of the polarographic sensor 31

10.1 Introduction 31
10.2 Principle of the design of an oxygen electrode 32
10.3 Parameters determining current 32
10.4 Polarization voltage 33
10.5 Temperature 33
10.6 Dependence on flow 34
10.7 Oxygen partial pressure – oxygen concentration 35

© 10/05 Mettler-Toledo GmbH
Printed in Switzerland

1 Introduction

Thank you for buying the **InPro 6800 sensor** from **METTLER TOLEDO**.

The construction of the InPro 6800 sensors employs leading edge technology and complies with safety regulations currently in force. Notwithstanding this, improper use could lead to hazards for the user or a third-party, and/or adverse effects on the plant or other equipment. **Therefore, the operating instructions must be read and understood by the persons involved before work is started with the sensor**.

The instruction manual must always be stored close at hand, in a place accessible to all people working with the InPro 6800.

If you have questions, which are not or insufficiently answered in this instruction manual, please contact your METTLER TOLEDO supplier. They will be glad to assist you.

© 10/05 Mettler-Toledo GmbH
Printed in Switzerland
InPro 6800
52 200 953

2 Important notes

2.1 Notes on operating instructions

These operating instructions contain all the information needed for safe and proper use of the InPro 6800 sensor.
The operating instructions are intended for personnel entrusted with the operation and maintenance of the sensors. It is assumed that these persons are familiar with the equipment in which the sensor is installed.

Warning notices and symbols

This instruction manual identifies safety instructions and additional information by means of the following symbols:

This symbol draws attention to **safety instructions and warnings of potential danger** which, if neglected, could result in injury to persons and/or damage to property.

This symbol identifies **additional information and instructions** which, if neglected, could lead to defects, inefficient operation and possible loss of production.

2.2 Intended use

Mettler-Toledo InPro 6800 sensors are intended solely for inline measurement of the oxygen partial pressure in liquids and gases, as described in this instruction manual.
Any use of these sensors which differs from or exceeds the scope of use described in this instruction manual will be regarded as inappropriate and incompatible with the intended purpose.

The manufacturer/supplier accepts no responsibility whatsoever for any damage resulting from such improper use. The risk is borne entirely by the user/ operator.

Other prerequisites for appropriate use include:

- compliance with the instructions, notes and requirements set out in this instruction manual.
- acceptance of responsibility for regular inspection, maintenance and functional testing of all associated components, also including compliance with local operational and plant safety regulations.
- compliance with all information and warnings given in the documentation relating to the products used in conjunction with the sensor (housings, transmitters, etc.).
- observance of all safety regulations governing the equipment in which the sensor is installed.

© 10/05 Mettler-Toledo GmbH
Printed in Switzerland

- correct equipment operation in conformance with the prescribed environmental and operational conditions, and admissible installation positions.
- consultation with Mettler-Toledo Process Analytics in the event of any uncertainties.

2.3 Safety instructions

- The plant operator must be fully aware of the potential risks and hazards attached to operation of the particular process or plant. The operator is responsible for correct training of the workforce, for signs and markings indicating sources of possible danger, and for the selection of appropriate, state-of-the-art instrumentation.
- It is essential that personnel involved in the commissioning, operation or maintenance of these sensors or of any of the associated equipment (e.g. housings, transmitters, etc.) be properly trained in the process itself, as well as in the use and handling of the associated equipment. This includes having read and understood this instruction manual.
- The safety of personnel as well as of the plant itself is ultimately the responsibility of the plant operator. This applies in particular in the case of plants operating in hazardous zones.
- The oxygen sensors and associated components have no effect on the process itself and cannot influence it in the sense of any form of control system.
- Maintenance and service intervals and schedules depend on the application conditions, composition of the sample media, plant equipment and significance of the safety control features of the measuring system. Processes vary considerably, so that schedules, where such are specified, can only be regarded as tentative and must in any case be individually established and verified by the plant operator.
- Where specific safeguards such as locks, labels, or redundant measuring systems are necessary, these must be provided by the plant operator.
- A defective sensor must neither be installed nor put into service.
- Only maintenance work described in this operating instruction may be performed on the sensors.
- When changing faulty components, use only original spare parts obtainable from your METTLER TOLEDO supplier (see spare parts list, «Section 9.3»).

© 10/05 Mettler-Toledo GmbH
Printed in Switzerland

– No modifications to the sensors and the accessories are allowed. The manufacturer accepts no responsibility for damages caused by unauthorised modifications. The risk is borne entirely by the user.

2.4 Examples of some typical applications

Below is a list of examples of typical fields of application for the oxygen sensors. This list is not exhaustive.

Measurement in liquids:

– Fermentation
– Yeast propagation
– Wort aeration
– Spring water conditioning
– Storage ans processing of fruit juices

Measurement in gases:

– Monitoring of the oxygen limit value to protect products from oxidation.
– Monitoring of the oxygen limit value in the exhaust air of fermentation vessels.
– Monitoring of oxygen limit values during inertization processes.
– Measurement of oxygen concentrations in process gas mixtures.

2.5 Use in Ex-zones

Note:
For an installation in Ex-zones please read the guidelines following hereafter:

Ex-classification ATEX:

II 1/2GD EEx ia IIC T6/T5/T4/T3
IP6X T 69 °C/T 81 °C/T 109 °C/T 161 °C

Marking and number of the test certificate:
SNCH 01 ATEX 3277 X

Ex-classification FM approved:

IS/I, II, III/1/ABCDEFG/T6 Ta = 60 °C
- 53 800 002; Entity

© 10/05 Mettler-Toledo GmbH
Printed in Switzerland

2.6 Ex-classification ATEX

2.6.1 Introduction

According to RL 94/9/EG (ATEX 95) Appendix I, InPro 6XXX*/*/*/*/* oxygen sensors are devices group II, category 1/2G and according to RL 99/92/EG (ATEX 137) may be used in zones 0/1 or 0/2 and gas groups IIA, IIB and IIC that are potentially explosive due to combustible substances in the temperatures classes T3 to T6.
For use/installation, the requirements of EN 60079-14 must be observed.

According to RL 94/9/EG (ATEX 95) Appendix I, InPro 6XXX*/*/*/*/* oxygen sensors are devices group II, category 1/2D and according to RL 99/92/EG (ATEX 137) may also be used in zones 20/21 that contain combustible dusts.
For use/installation, the requirements of EN 50281-1-2 must be observed.

The sensor measuring circuit, the temperature measuring circuit and the data chip circuit are part of a common intrinsically safe system and are for operation connected to a separately certified transmitter.

The sensor measuring circuit, the temperature measuring circuit and the data chip circuit as part of an intrinsically safe system are isolated from the not-intrinsically safe electric circuits up to a maximum rated voltage of 375 V and from grounded parts up to a maximum rated voltage of 30 V.

2.6.2 Rated data

Measuring circuit:
Fail-safe ignition protection class EEx ia IIC only for connection to a certified fail-safe circuit.

Maximum values:
$U_i \leq 16$ V, $I_i \leq 190$ mA, $P_i \leq 200$ mW
$L_i = 0$ (effective internal inductivity)
$C_i = 900$ pF (effective internal capacitance)

Notes:
The above maximum values are each the total of all individual circuits of the associated intrinsically safe power supply and transmitter.

2.6.3 Special conditions

– The maximum permissible environment resp. medium temperatures for the zone 0 (combustible gases or combustible liquids) are in accordance with the temperature classes shown in the table below:

Temperature class	Max. enviroment resp. media temperature
T 6	68 °C
T 5	80 °C
T 4	108 °C
T 3	160 °C

– The maximum surface temperatures for the zone 20 (combustible dusts) are in accordance with the environment resp. medium temperatures shown in the table below:

Surface temperature	Max. enviroment resp. media temperature
T 69 °C	68 °C
T 81 °C	80 °C
T 109 °C	108 °C
T 161 °C	160 °C

Additionally the requirements from section 6 of EN 50281-1-2 have to be followed.

– The capacitance and inductance of the connecting cable must be taken into account in the design.

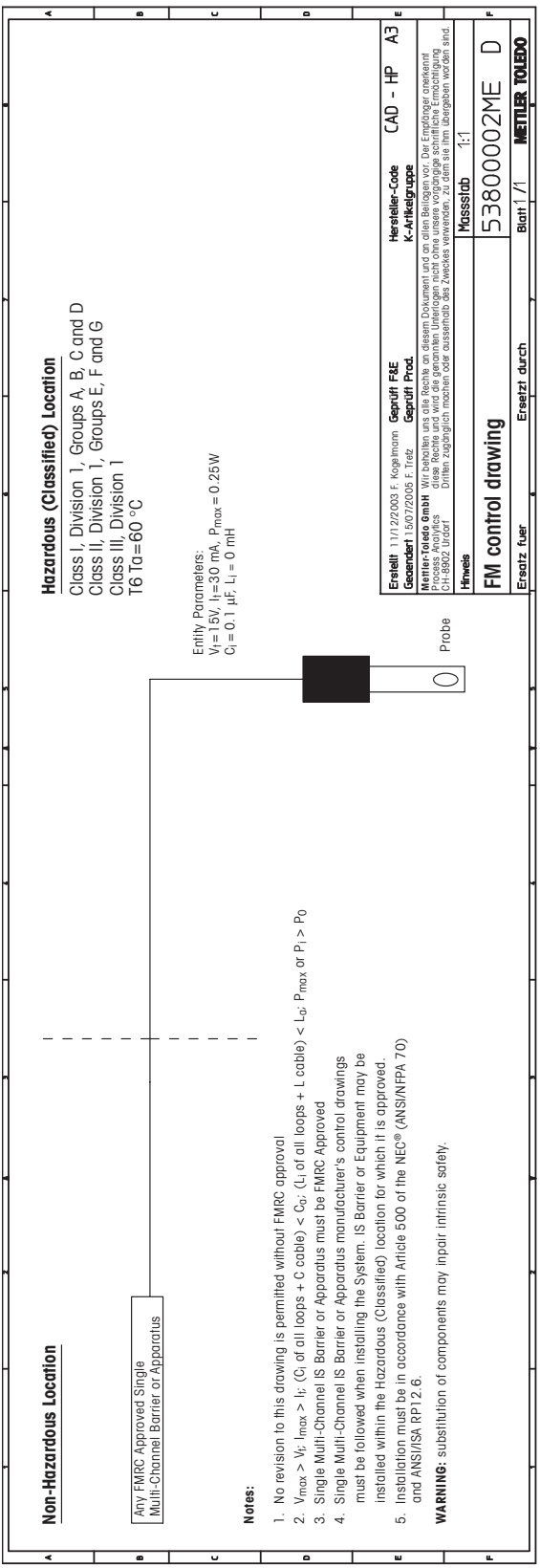
– The oxygen sensors (O_2 sensors) can be used in/with the housings InFit 76*-*** resp. InTrac 7**-*** or in/with other suitable housings in hazardous areas.

– The metal body of the O_2 sensors resp. the safety weld-in-sockets resp. the independent housing are, if necessary, to be included into the periodic pressure test of the unit.

– The metal body of the O_2 sensors resp. the safety weld-in-sockets resp. the independant housing must be electrically connected to the potential equalizing system of the installation.

© 10/05 Mettler-Toledo GmbH
Printed in Switzerland

2.7 FM APPROVED Ex-classification FM approved


Non-Hazardous Location
Any FMRC Approved Single
Multi-Channel Barrier or Apparatus
Hazardous (Classified) Location
Class I, Division 1, Groups A, B, C and D
Class II, Division 1, Groups E, F and G
Class III, Division 1
T6 Ta=60 °C
Entity Parameters:
V_I = 15V, I_I=30 mA, P_{max} = 0.25W
C_I = 0.1 µF, L_I = 0 mH
Probe
Notes:
1. No revision to this drawing is permitted without FMRC approval
2. $V_{max} > V_I$; $I_{max} > I_I$; (C_I of all loops + C cable) < C_O; (L_I of all loops + L cable) < L_O; P_{max} or $P_I > P_O$
3. Single Multi-Channel IS Barrier or Apparatus must be FMRC Approved
4. Single Multi-Channel IS Barrier or Apparatus manufacturer's control drawings must be followed when installing the System. IS Barrier or Equipment may be installed within the Hazardous (Classified) location for which it is approved.
5. Installation must be in accordance with Article 500 of the NEC® (ANSI/NFPA 70) and ANSI/ISA RP12.6.
WARNING: substitution of components may inpair intrinsic safety.
Erstellt 11/1 2/2003 F. Kogelmann
Geaendert 15/07/2005 F. Tretz
Geprüft F&E
Geprüft Prod.
Hersteller-Code CAD - HP A3
K-Artikelgruppe
Mettler-Toledo GmbH Wir behalten uns alle Rechte an diesem Dokument und an allen Beilagen vor. Der Empfänger anerkennt
Process Analytics diese Rechte und wird die genannten Unterlagen nicht ohne unsere vorgängige schriftliche Ermächtigung
CH-8902 Urdorf Dritten zugänglich machen oder ausserhalb des Zweckes verwenden, zu dem sie ihm übergeben wurden sind.
Hinweis
Massstab 1:1
FM control drawing
53800002ME D
Ersatz fuer
Ersetzt durch
Blatt 1 /1
METTLER TOLEDO

3 Product description

3.1 General information

The **sensor InPro 6800** with integrated temperature probe is used for oxygen measurement.

The sensor is **sterilizable and autoclavable** and **compatible with CIP** (cleaning in place).

InPro 6800 sensors with ISM functionality offer Plug and Measure as well as enhanced diagnostics features.

3.2 Principle

Here is a short summary of the principle of polarographic measurement on which this sensor is based (Clark 1961).

a) The Clark polarographic sensor basically consist of a working electrode (cathode), a counter/reference electrode (anode), and an oxygen permeable membrane which separates the electrodes from the sample medium.

b) The transmitter supplies a constant polarization voltage to the cathode, needed to reduce oxygen.

c) The oxygen molecules which migrate through the permeable membrane are reduced at the cathode. At the same time, oxidation takes place at the anode and oxidized anode metal (silver) is liberated as silver ions into the electrolyte. The electrolyte closes the electric circuit between anode and cathode (ion conductivity).

d) The current produced by the reactions described above is measured by the transmitter and is proportional to the partial pressure of oxygen (pO_2) in the sample medium.

Please refer to Section 10 «Theory of the polarographic sensor» for further information.

3.3 Scope of delivery

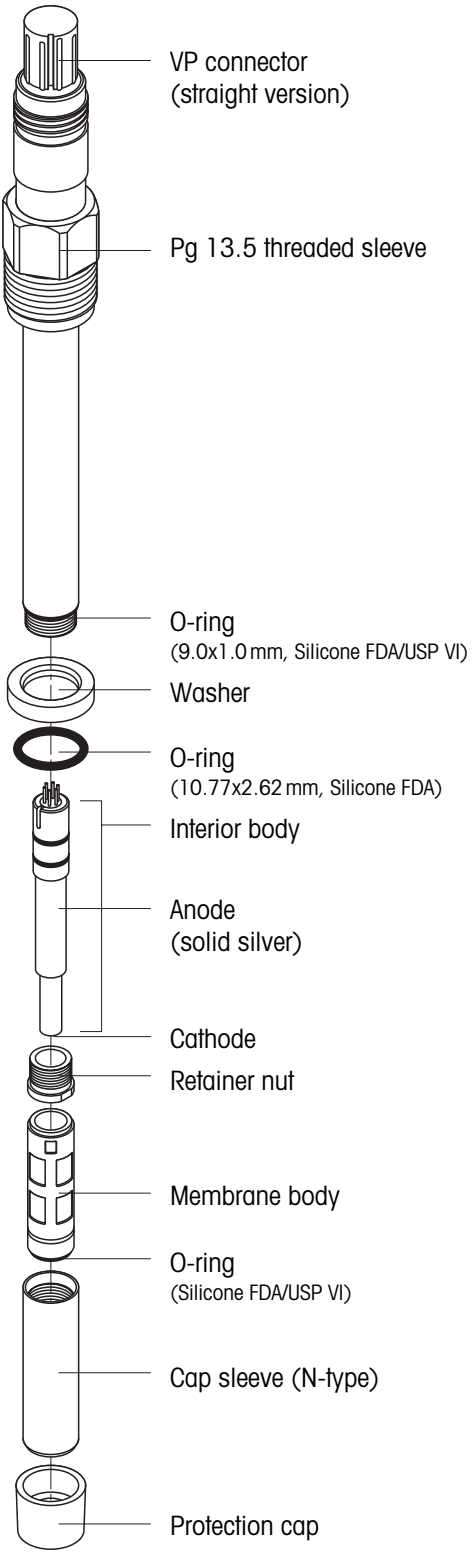
Each sensor is supplied fully assembled and factory-tested for correct function together with:

- an electrolyte bottle (34 100 2016)
- a quality control certificate
- inspection certificates 3.1 B (complying with EN 10204.3/1 B)

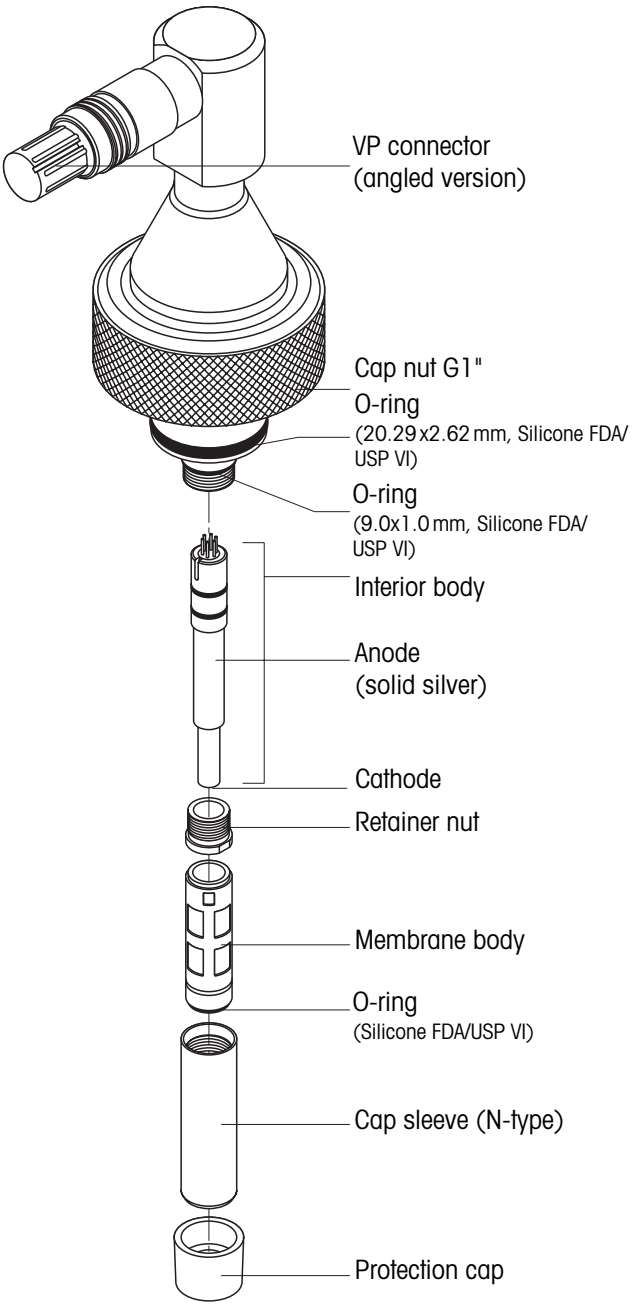
© 10/05 Mettler-Toledo GmbH
Printed in Switzerland

3.4 Equipment features

12 mm Sensor



25 mm Sensor



© 10/05 Mettler-Toledo GmbH
Printed in Switzerland

4 Installation

4.1 Mounting the sensor

Important! Remove the green protective cap before mounting the sensor.

Mounting the sensor in a housing

Please refer to the instruction manual of your housing explaining on how to mount the sensor in place.

Mounting the sensor directly on a pipe or a vessel

The **12 mm sensors** can be mounted directly through a socket with inside thread Pg 13.5 and securely tightened via the Pg 13.5 threaded sleeve.

The **25 mm sensors** can be mounted directly through a standard weld-in socket or the safety weld-in sockket from METTLER TOLEDO.

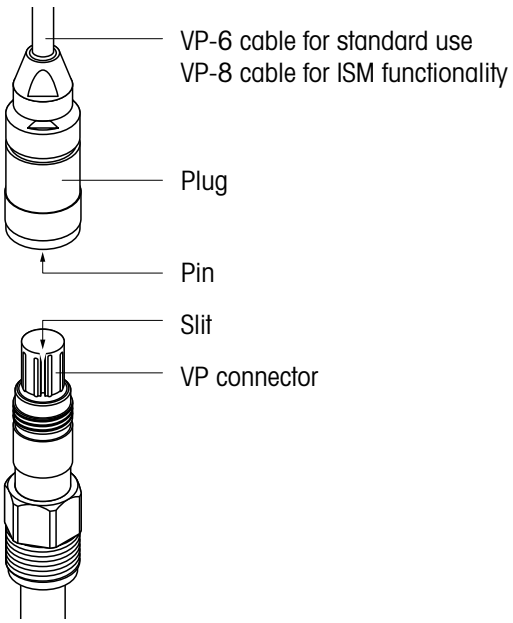
4.2 Connection

4.2.1 Connecting the InPro 6800 to a VP cable

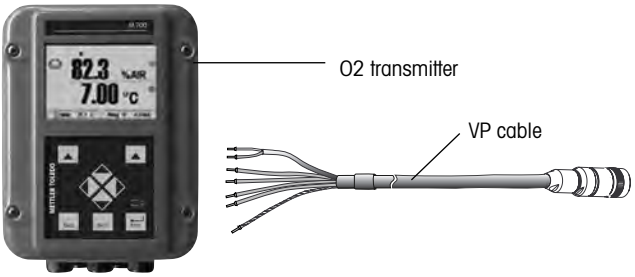
Sensors with ISM functionality require the use of a special VP-8 cable as well as an ISM-compatible O_2 transmitter. The sensor is connected to the transmitter via a VP cable. The VP cable ensures a secure connection between the transmitter and the sensor under harsh industrial conditions. The robust watertight IP68 connector housing guarantees maximum process safety. If you have chosen to use a sensor with ISM functionality, the VP connector will incorporate an EEPROM chip. It is absolutely necessary to protect this electronic component against any electrical charge.

Do not touch the sensor at the VP connector plug.

To connect the VP cable to the sensor align the slit of the VP connector with the pin in the plug. Then tightly screw the plug to fasten the two parts.



4.2.2 Connecting the VP cable to the transmitter



Note: Cable assignment can be found in the METTLER TOLEDO VP cable instruction manual.

Note: For connecting the cable to the terminals of the transmitter, please refer to the instructions given in the METTLER TOLEDO transmitter manual.

© 10/05 Mettler-Toledo GmbH
Printed in Switzerland

5 Operation

Attention! Before using the sensors for the first time, the electrolyte should be replaced (see «Chapter 6.2»). Due to possible adverse conditions during transport and storage (e.g. airfreight; pressure and temperature variations), the quality of the electrolyte may become impaired. Poor electrolyte quality can lead to erroneous measurement values.

5.1 Start-up and polarizing

Attention! The protective cap at the tip of the sensor must be removed before putting the sensor into operation.

When the system is operated for the first time or if the sensor has been disconnected from the voltage source (transmitter or O_2 Sensor-Master) for longer than 5 minutes, the sensor has to be polarized prior to calibration by connecting it to the operating O_2 transmitter or to a sensor master. After 6 hours, the sensor is fully polarized and ready for operation.
A shorter polarization period is sufficient if the sensor has been disconnected for only a few minutes. The following table serves to establish the correct polarization time in relation to the depolarization time.

Depolarization time [1] t_{depol} [Min.]	**Minimum required polarization time [2] [Min.]**
$t_{depol} > 30$	360
$30 > t_{depol} > 15$	$6 * t_{depol}$
$15 > t_{depol} > 5$	$4 * t_{depol}$
$t_{depol} < 5$	$2 * t_{depol}$

[1] Depolarization time:
Time span in which the polarization voltage is cut off from the sensor. This is the case during:
- change of electrolyte
- change of membrane body
- the time the cable is disconnected or no transmitter or sensor master is connected to the cable

[2] Polarization time:
Time span during which the sensor is under a polarization voltage.

Attention! Setting of the polarization voltage on the transmitter for correct measurements:

- Standard applications (e.g. measurement in biotechnology): **-675 mV**
- Measurement of permanently low oxygen concentrations <500 ppb in the presence of volatile acidic components (e.g. carbon dioxide during measurements in breweries): **-500 mV**

Important! To ensure the supply of the correct polarization voltage the transmitter must be set accordingly.

5.2 Calibration

5.2.1 Purpose of calibration

Each oxygen sensor has its own individual slope and own individual zero point. Both values are subject to change, for example, through electrolyte consumption or after exchange of electrolyte or membrane body. To ensure high measurement accuracy of the sensor, a calibration must be carried out after each change of electrolyte or membrane. Prior to calibration, the sensor has to be polarized for at least 6 hours.

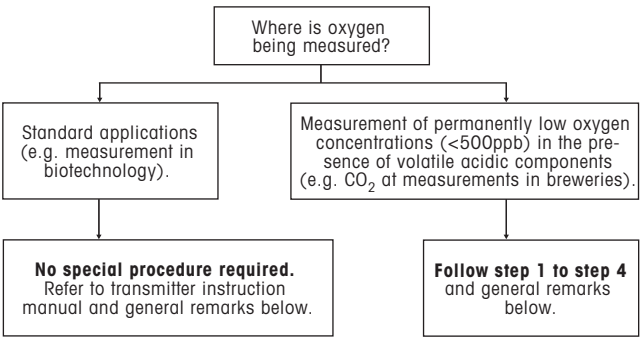
A zero point calibration is only advisable if very high accuracy is required at low oxygen concentrations.

To check if your sensor needs a recalibration, you may dry it and take it in the air to check that the reading is close to 100%. If not, then the sensor needs a new calibration.

5.2.2 What you have to know for calibration

Attention! If dissolved oxygen is being measured at low concentrations (<500 ppb) in the presence of volatile acidic components (e.g. carbon dioxide (CO_2) measurements in breweries), the calibration procedure described below should be followed in order to achieve the best measurement performance.

No special calibration procedure is required if dissolved oxygen is being measured in standard applications (e.g. measurement in biotechnology).


Where is oxygen being measured?
Standard applications (e.g. measurement in biotechnology).
Measurement of permanently low oxygen concentrations (<500ppb) in the presence of volatile acidic components (e.g. CO_2 at measurements in breweries).
No special procedure required. Refer to transmitter instruction manual and general remarks below.
Follow step 1 to step 4 and general remarks below.

First step: Adjust the transmitter polarization voltage to –675 mV. Detailed information is given in the transmitter instruction manual.

Second step: After adjusting the polarization voltage to –675 mV, equilibration time is required. Wait for about 5 minutes before carrying out step 3.

Third step: Perform calibration according to the transmitter' instruction manual.

Fourth step: Adjust the transmitter polarization voltage back to –500 mV.

© 10/05 Mettler-Toledo GmbH
Printed in Switzerland

Steps 1 to 4 can be accomplished automatically if you use the M 700 transmitter. Thus the routine can be minimized to a few keystrokes. In addition the M 700 transmitter must be equipped with the software function SW-700-011 «high CO_2 compensation». Please ask your local Mettler-Toledo distributor.

General remarks:

- **For calibration in air, the sensor membrane must be dry**, since adhering water drops can falsify the measured oxygen value.
- Make sure that the **oxygen saturation index** of the calibration medium is **correct and remains constant** during calibration.
- In the event of calibration in water or sample medium, the **calibration medium must be in equilibrium with the air**. Oxygen exchange between water and air is only very slow. Therefore it takes quite long time until water is saturated with atmospheric oxygen.
- For correct calibration, a minimum flow rate of the calibration medium is necessary.
- **Calibration in a fermenter should be performed after sterilization** (as sterilization may alter the sensor slope), but prior to innoculation. If it is not possible to perform the calibration after sterilization, the use of an existing membrane body that has been pre-sterilized while mounted in the sensor is recommended. A slope alteration of some per cent can occur with new membrane bodies, particularly after a first sterilization, as the tension of the membrane may be altered by the sterilization process.
- Make sure that all other parameters, such as temperature and pressure, are constant.

For continuous applications, we recommend **periodic recalibration in line with your requirements on accuracy, the type of process in operation and your own experience**. The frequency of the need for recalibration depends very much on the specific application, and therefore appropriate intervals cannot be exactly defined here.

5.2.3 Single point calibration

By carrying out a single point calibration, the factual slope of the sensor can be established. The calibration medium can be water with known oxygen saturation index (e.g. air-saturated water) or air with known water-vapor saturation (e.g. water-vapor saturated air).

After the sensor signal has stabilized, the complete measuring system can then be calibrated to the100 % value of the desired measurable variable, e.g.100 %

air, 20.95 % O_2, or 8.26 ppm at 25 °C (77 °F) and normal pressure (see instruction manual for the transmitter).

Single point calibration should be sufficient for almost all process applications.

5.2.4 Dual point calibration

By carrying out a dual point calibration both slope and zero point of the sensor can be established.

Important! In case of a **dual point calibration, always start by the zero point calibration** before calibrating the slope.

Due to the very low zero current of METTLER TOLEDO sensors, dual point calibration is normally not necessary for standard applications.
As a rule, the zero point should be adjusted to zero manually, or it is automatically performed by the transmitter (see instruction manual for the transmitter).
A zero point calibration is only advisable if very high accuracy is required at low oxygen concentrations.

Attention! Incorrect zero point calibration is a frequent source of measurement error. For correct calibration, we recommend the use of nitrogen gas or other oxygen-free medium with a level of purity of at least 99.995 %.

After the sensor signal has stabilized (after 20…30 minutes), the sensor can be calibrated through the relevant transmitter to the 100 % value of the desired measurable variable, e.g. 0 % air, 0.0 % O_2, or 0.0 ppm (see instruction manual for the transmitter).

© 10/05 Mettler-Toledo GmbH
Printed in Switzerland

6 Maintenance

6.1 Inspection of the sensor

6.1.1 Visual inspection

To check your sensor, we recommend the following procedure:

- The contacts of the connector must be dry. Moisture, corrosion and dirt in the connector can lead to false readings.
- Check the cable for buckling, brittle areas or ruptures.
- Before calibration always examine the membrane foil optically for signs of damage. The foil must be intact and clean. Dirty membranes should be wiped clean using a soft, moist tissue.
  Note: An undulated membrane has no influence on the sensor performance, assuming the membrane is intact.
- The membrane body must be replaced if the sensor has too long a response time, the reading is unstable or subject to drift, and if the sensor cannot be calibrated or the membrane shows sign of mechanical damage.
- Check the cathode area for discoloration, contamination or cracks in the glass. If necessary rinse with demineralized water and clean with a clean soft brush or soft paper tissue.

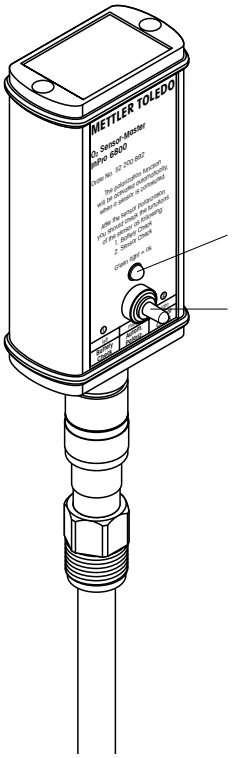
Attention! Do not use any cleaning agents containing alcohol. This could damage the sensor or lead to fault current.

Attention! The glass body is fragile and sensitive to vibration.

6.1.2 Testing the sensor with the METTLER TOLEDO O_2 Sensor-Master InPro 6800

We recommend to use the METTLER TOLEDO O_2 Sensor-Master InPro 6800 to check the quality of your sensor as follows:

- Connect the sensor to the O_2 Sensor-Master.



As soon as the sensor is connected to the O_2 Sensor-Master, the polarization function is automatically activated. Please note: if the sensor was disconnected from the transmitter for longer than 5 minutes, the sensor must be polarized first (polarizing time see section 5.1) to get representative test results.

- **Battery Check**:

  Push the switch to the left. If the battery is ok and the O_2 Sensor-Master is operational the green LED lights up. Otherwise, please consult the instruction manual of the O_2 Sensor-Master.

- **Sensor Check**:

  For this test the O_2 sensor must be **fully polarized** and the **membrane of the sensor must be dry and clean**.

  Expose the sensor (connected to O_2 Sensor-Master) to the air. By pushing the switch to the right to the position «2 – Sensor check», the O_2 Sensor-Master checks wether the electrode current for air measurement delivered by the sensor is within the admissible range (40 to 100 nA for InPro 6800). If the green LED lights up the current for air measurement is within the admissible range.

© 10/05 Mettler-Toledo GmbH
Printed in Switzerland

If the LED does not light up, you should check the battery of the O_2 Sensor-Master (see instruction manual «Accessories»). If the battery is working, than there is probably a problem with your sensor. You should change the electrolyte and/or the membrane body of your sensor. If after a membrane change the LED still does not light up, this means that there is maybe something wrong with the interior body of the sensor. You should than change it (see «Section 6.2»).

☞ **Important!** The sensor check function only veryfies the correctness of the electrode current for air measurement. In order to be absolutely sure of the functionality of the sensor, the residual signal in an oxygen free medium should also be controlled (see «Section 6.1.3»).

6.1.3 Testing the sensor via a transmitter

A periodic zero current measurement (**no zero point calibration**) is recommended for verification of proper sensor function.

☞ **At the time you carry out the zero current measurement, the sensor must be polarized.**

Zero current measurement can be done by using zeroing gel (order no. 34 100 1032) or nitrogen (N_2) or carbon dioxide (CO_2) calibration gases with a purity of at least 99.995 %, alternatively in a sample medium saturated with one of these gases.
After 2 minutes in an oxygen-free sample medium, the reading on the transmitter should drop to below 10 % of the reading in ambient air, and within 10 minutes the value should have dropped to below 1 %.

If the measured values are too high, this suggests a depleted electrolyte or a defective membrane. In the first instance replace the electrolyte, and in the second case exchange both the membrane body and the electrolyte accordingly.

If after such procedures the above mentioned values are still not reached, replace the interior body. If this doesn't solve the problem too send the sensor to your local METTLER TOLEDO representative for inspection.

Many sample media contain volatile substances which, even at very low concentrations, have a clearly perceptible smell. Similarly to oxygen, these sub-stances are able to invade the electrolyte through the gas-permeable membrane. Accordingly, they become noticeable when changing the electrolyte. In most cases, such substances have absolutely no influence on the measuring properties of the sensor. Slight discoloration of the electrolyte also has no effect on the measuring properties.

6.2 Changing the electrolyte, the membrane body or the interior body

METTLER TOLEDO DO sensors are supplied with fitted membrane body and have been checked for proper function.

However, if a sensor is to be stored for several months, the electrolyte should be replaced before use.

If the membrane exhibits signs of failure (long response time, increased current in an oxygen-free medium, mechanical damage, etc.) the membrane body has to be replaced.

⚠ **Warning!** The O_2 electrolyte has an alkaline pH value of 13. Contact of electrolyte with mucous membrane or eyes is to be avoided. **Therefore protective gloves and safety glasses have to be worn for the following dismantling works.**
If such contact occurs, the affected area should be well rinsed with water. In the case of accident, or should ever any adverse signs appear, get immediate medical attention.

When changing the electrolyte, the membrane body or the interior body, please observe the following instructions (see also the following illustration):

⚠ **Attention!** Make sure that this maintenance step is carried out in **clean place**.

1. Unscrew the cap sleeve from the sensor shaft and carefully pull it off the sensor.
2. Pull off the membrane body from the interior body. If it is tight-fitted, eject by pushing it with the flat finger tip. Before electrolyte is refilled, the membrane body must be removed from the cap sleeve.
3. Rinse the interior body with demineralized water and carefully dab it dry with a paper tissue.

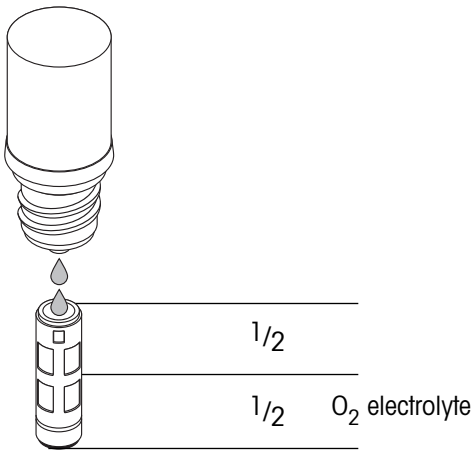
☞ **Note: steps 4 to 7 may only be carried out when changing the interior body.**

4. Unscrew the retainer nut of the interior body with an adjustable wrench or with a 3/8" wrench.
5. Remove the interior body by pulling it out of the sensor shaft. If necessary use a plier.

⚠ **Warning! Do not twist the interior body**. Otherwise the connection pins can be damaged.

© 10/05 Mettler-Toledo GmbH
Printed in Switzerland

6. Insert the new interior body in the sensor shaft. Turn the interior body in the shaft until the slit of the interior body is aligned with the pin placed in the shaft.
7. Press the body in the shaft and screw the new retainer nut in place.
8. Examine the O-rings visually for mechanical defects, and replace if necessary.
9. Half-fill the new membrane body with O_2 electrolyte and make sure that all bubbles are removed. Air bubbles can be removed by carefully tapping on the membrane body.

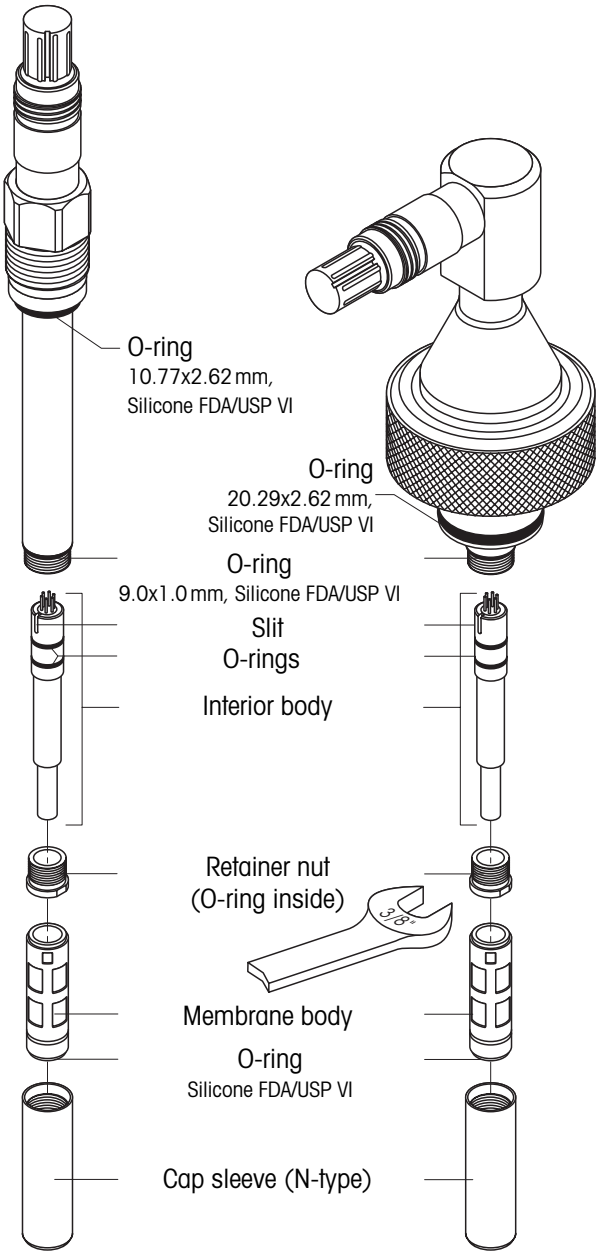


10. Slip the membrane body over the interior body while holding the sensor in a vertical position. The excess electrolyte will be displaced and have to be removed with a paper tissue.

⚠ **Attention!** No electrolyte, sample media or contamination may be present between the membrane body and the cap sleeve. Please check carefully.

11. Carefully slip the cap sleeve over the fitted membrane body, holding the sensor in a vertical position and screw it tight. The cap sleeve must be clean and dry.
12. After each exchange of electrolyte or membrane body, the sensor has to be repolarized and recalibrated.

© 10/05 Mettler-Toledo GmbH
Printed in Switzerland



© 10/05 Mettler-Toledo GmbH
Printed in Switzerland

7 Storage

The sensor can be stored for several months filled with O_2 electrolyte (order no. 34 100 2016) as long as the protective cap is in place. In order to avoid the 6-hour polarization time before reuse of the sensor, it can be kept stored connected to the METTLER TOLEDO O_2 Sensor-Master InPro 6800.

Attention! The electrolyte should be replaced before use if the storage period exceeds 3 months.

If the storage period exceeds 6 months, the sensor should be **stored dry**, i.e. without any electrolyte in the membrane body.

Attention! A sensor being stored dry (without electrolyte in the membrane body) **may on no account be connected to the O_2 Sensor-Master InPro 6800**.

8 Product specification

8.1 Certificates

Each sensor is delivered with a set of **3.1 B certificates** (complying with EN 10204.3/1.B).

All wetted metal parts (sensor shaft, cap sleeve and membrane body) are identified with a engraved symbol corresponding to the heat number on the paper certificate delivered with the sensor.

Each wetted metal part (sensor shaft, cap sleeve and membrane body) is polished in order to get a surface roughness lower than 0.4 µm (16 µin). This represents a roughness grade number of N5 (according to ISO 1320:1992).

8.2 Specifications

Attention!Please refer to the supplementary sheet 52 201 146 if the sensor, together with the membrane body T-6800 gas, is been used for measurement of oxygen partial pressure in gases. This supplementary sheet is only included in the packaging of T-6800 gas membrane bodies and kits.

	InPro 6800
Measurement principle	Amperometric/Polarographic
Working conditions	
Pressure resistance measurement	0.2 – 6 bar absolute
	[2.9-87.0 psi absolute]
Mechanical pressure resistance	max. 12 bar absolute
	[174.0 psi absolute]
Measuring temperature range	0…80 °C [32…176 °F]
Temperature range	-5…140 °C [23…284 °F] (sterilizable/autoclavable)
Construction	
Temperature compensation	Automatic with built-in RTD
Cable connection	VarioPin (IP 68) straight or angled
O-ring material	Silicone FDA and USP VI approved
Membrane material	PTFE /Silicone/PTFE (reinforced with steel mesh)
Wetted metal parts	Stainless steel Special material on request
Surface roughness of wetted metal parts (ISO 1320:1992)	N5 (RA < 0.4 µm [16 µin])
Quick disconnect interior body	Standard
Cathode	Pt
Anode	Ag
Guard ring	No
Dimensions	
Sensor diameter	12 or 25 mm (0.47" or 0.98")
Immersion length (a) for 12mm sensor	70, 120, 220, 320, 420 mm
	(2.8, 4.7, 8.66, 12.6, 16.54")
Immersion length (a) for 25mm sensor	80,160, 260, 360 mm
	(3.15, 6.3, 10.24, 14.17")
Performances	
Detection limit	6 ppb
Accuracy	≤ ±[1 % + 6 ppb] of reading in liquids
Response time at 25°C/77°F (air → N_2)	98 % of final value < 90 s
Sensor signal in ambient air (25 °C/77 °F)	50…110 nA
Residual signal in oxygen-free medium	< 0.1 % of the signal in ambient air
Maximum flow error	≤ 5%
Certification	
EHEDG, 3A	Yes
3.1 B (EN 10204.3/1.B)	Yes
ATEX certificate	Yes
FM Approval	Yes
FDA/USP VI	Yes
Quality control	Yes
Compatibility	
with METTLER TOLEDO transmitters	see «Section 9.4»
with METTLER TOLEDO housings	see «Section 9.5»

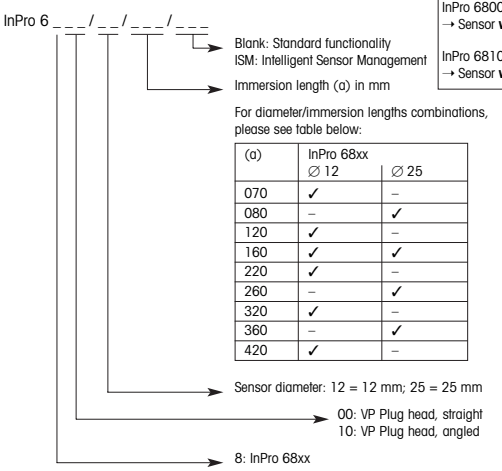
© 10/05 Mettler-Toledo GmbH
Printed in Switzerland

9 Ordering information

For more detailed information refer to the technical data sheet. Ask your local distributor.

9.1 Sensors

Intelligent Sensor Management (ISM) O_2 sensor configuration


InPro 6 _ _ _ / _ _ / _ _ _ / _ _ _
Blank: Standard functionality
ISM: Intelligent Sensor Management
Immersion length (a) in mm
Sensor diameter: 12 = 12 mm; 25 = 25 mm
00: VP Plug head, straight
10: VP Plug head, angled
8: InPro 68xx

Example configuration:

InPro 6800/12/120/ISM
→ Sensor **with** ISM functionality

InPro 6810/25/260
→ Sensor **without** ISM functionality

For diameter/immersion lengths combinations, please see table below:

(a)	InPro 68xx ∅ 12	∅ 25
070	✓	–
080	–	✓
120	✓	–
160	✓	✓
220	✓	–
260	–	✓
320	✓	–
360	–	✓
420	✓	–

Sensor without ISM functionality

Immersion length (a)	12 mm diameter straight	angled	25 mm diameter straight	angled
70 mm (2.8")	52 200 964	52 200 969	—	—
80 mm (3.2")	—	—	52 200 974	52 200 978
120 mm (4.7")	52 200 965	52 200 970	—	—
160 mm (6.3")	—	—	52 200 975	52 200 979
220 mm (8.7")	52 200 966	52 200 971	—	—
260 mm (10.2")	—	—	52 200 976	52 200 980
320 mm (12.6")	52 200 967	52 200 972	—	—
360 mm (14.2")	—	—	52 200 977	52 200 981
420 mm (16.5")	52 200 968	52 200 973	—	—

9.2 Accessories

Accessories	Order no.
O_2 Sensor-Master InPro 6800	52 200 892
O_2 Sensor-Simulator	52 200 891
Adapter T82 socket – VP plug	52 200 939
Adapter VP socket – T82 plug	52 200 940
VP cable VP6-ST/3 m	52 300 108
VP cable VP6-ST/5 m	52 300 109
VP cable VP6-HT/3 m	52 300 112
VP cable VP6-HT/5 m	52 300 113
VP cable VP8-ST/3 m	52 300 354
VP cable VP8-ST/5 m	52 300 355
VP cable VP8-HT/3 m	52 300 361
VP cable VP8-HT/5 m	52 300 362
Zeroing gel	34 100 1032

For other cable lengths or types, please contact your local Mettler-Toledo representative.

© 10/05 Mettler-Toledo GmbH
Printed in Switzerland

9.3 Spare parts

Spare parts	Order no.
Membrane body, single T-96	52 200 071
Membrane kit T-96 (4 membrane bodies, 1 O-ring set, 25 ml Electrolyte bottle)	52 200 024
Membrane bodies (20 pcs.) T-96	52 200 791
Electrolyte bottle (25 ml)	34 100 2016
Interior body InPro 6800 (with quick disconnect)	52 200 899
Cap sleeve N-Type	52 200 037
Cap sleeve with protective cage P-Type	52 200 038

9.4 Recommended transmitters

Transmitter	Order no.
O_2 Transmitter M 700	Ask your local distributor or refer to the technical data sheet.
O_2 Transmitter 4100 e FF	
O_2 Transmitter 4100 e/2 (x) H	
O_2 Transmitter 4100 PA	
O_2 Transmitter 4100 e	
O_2 Transmitter 4050 e	

9.5 Recommended housings

Housings	12 mm Ø	25 mm Ø	
Static housings			Please ask your local Mettler-Toledo representative.
INGOLD "safety weld-in socket"	–	✓	
InFit 761 CIP	✓	–	
Retractable housings			
InFit 777 e	✓	–	
InFit 797 e	✓	–	
Immersion housing			
InDip 550	✓	–	

Note: The housings are available in different versions. Please contact your distributor to get the right odering information.

© 10/05 Mettler-Toledo GmbH
Printed in Switzerland

10 Theory of the polarographic sensor

10.1 Introduction

Two types of electrodes are employed in analytical work: **potentiometric** and **amperometric** electrodes.

– Potentiometric electrodes develop a voltage generated by the activity of a particular ion. Examples of such electrodes are glass electrodes (like pH electrodes) and most ion-selective electrodes. Their individual potentials cannot be determined. The measurable quantity is the difference of potential between the measuring electrode and an inert reference electrode. The potential of the reference electrode must be constant.
All potentiometric electrodes are subject to Nernst's law and for this reason electrodes and measuring instruments are in most cases interchangeable. An important requirement of potentiometric measurements is the virtually currentless determination of the electrode voltage. During measurement no chemical reaction occurs and the solution remains in equilibrium.

– In the case of **amperometric electrodes**, such as the **oxygen electrode**, activity measurement is based on a current measurement.
The oxygen electrode consists of a cathode and an anode conductively connected by an electrolyte. A suitable polarization voltage between the anode and the cathode selectively reduces the oxygen at the cathode.

Cathode reaction:
$O_2 + 2\ H_2O + 4e^- \rightarrow 4\ OH^-$
Anode reaction:
$4\ Ag + 4\ Cl^- \rightarrow 4\ AgCl + 4e^-$

These chemical reactions result in an electric current which is proportional to the oxygen partial pressure (PO_2). The oxygen electrode consumes oxygen which is continuously extracted from the solution. The viscosity and flow rate of the solution are therefore imortant parameters.
The electrode current of an oxygen electrode is determined not only by the oxygen partial pressure but by many other electrode parameters. The electrode currents of different electrode types may differ by several powers of ten. For this reason oxygen electrodes and amplifiers cannot be freely interchanged.

© 10/05 Mettler-Toledo GmbH
Printed in Switzerland

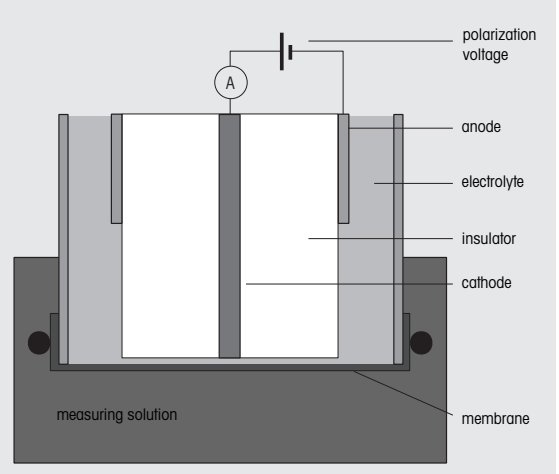
10.2 Principle of the design of an oxygen electrode

There are two main types of oxygen electrodes:

- Electrodes **without** membrane
- Electrodes **with** gas-permeable membrane (Clark Principle)

The membrane electrode according to Clark is today most widely used. As compared to the electrode without membrane it possesses the following advantages:

- Oxygen measurement in gases and solutions
- No mutual contamination of electrode and solution
- No or little dependency on flow



In the case of the Clark electrode, geometrical configuration is very important. In particular, the thickness of the electrolyte film between the cathode and the membrane must be within narrow tolerances so as to ensure good linearity and a low zero current (current in a nitrogen atmosphere). The figure above exemplifies the principle of the design of a Clark-type oxygen electrode.

10.3 Parameters determining current

The quantity of oxygen diffused in and the magnitude of the electrode current are influenced by the following parameters:

- Oxygen partial pressure of the solution
- Membrane material and thickness
- Size of cathode
- Polarization voltage
- Temperature
- Flow conditions in the solution

© 10/05 Mettler-Toledo GmbH
Printed in Switzerland

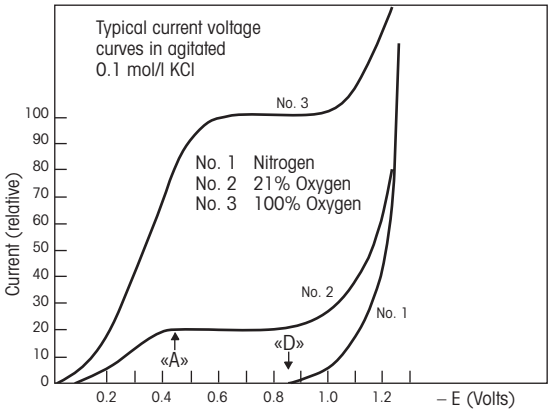
Fick's law gives the mathematical relationship between these parameters:

$$I = k \bullet D \bullet a \bullet A \bullet \frac{pO_2}{X}$$

I = electrode current
k = constant
D = coefficient of diffusion of O_2 in the membrane
a = solubility of O_2 in the membrane material
A = cathode surface
pO_2 = oxygen partial pressure in the solution
X = thickness of gas-permeable membrane

10.4 Polarization voltage

The voltage between the anode and the cathode is so selected that the oxygen is fully (> A, see polarogram) reduced while other gases are unaffected (< D). The ideal voltage for the Pt/Ag/AgCl system is between –500 and –750 mV.



The polarization voltage should remain as constant as possible. Besides a constant source of voltage the following prerequisites must be met:
The electrical resistance of electrolyte film must not exceed a particular value so as to avoid a voltage drop.
The anode must have a large surface so as to prevent polarization of the anode by the electrode current.

10.5 Temperature

The temperature dependence of the current passing through an oxygen electrode when referred to a constant O_2 partial pressure is determined mainly by the properties of the gas-permeable membrane.

10.6 Dependence on flow

With most oxygen electrodes the electrode current is smaller in stagnant solutions than in agitated ones. The consumption of oxygen by the electrode results in extraction of oxygen from the solution in the close vicinity of the cathode outside the membrane. The oxygen is replaced by diffusion. If the electrode current is strong, the solution cannot fully restore the oxygen by diffusion. This results in an electrode current weaker than would correspond to conditions in the solution. In agitated solutions the oxygen is conveyed to the surface of the membrane not only by diffusion but additionally by the flow (convection). In that case no oxygen impoverishment occurs at the membrane surface.

A high degree of flow dependence occurs mainly with large cathodes, thin and highly permeable membranes, i.e. where electrode currents are large. The problem of flow dependence is often solved by prescribing a minimum flow rate.

In METTLER TOLEDO InPro 6800 electrodes, the thin PTFE membrane determining the electrode current (i.e. the actual measuring signal) is separated from the sample solution by a relatively thick silicone membrane. This latter is highly permeable to oxygen molecules and thus acts as an oxygen reservoir. The diffusion of oxygen out of the sample solution into the silicone membrane is spread over a wide area. Since this results in less oxygen being extracted from the sample solution per unit area, the double PTFE/-Silicone membrane forms an effective buffer against disturbances due to hydrodynamic flow.

© 10/05 Mettler-Toledo GmbH
Printed in Switzerland

10.7 Oxygen partial pressure – oxygen concentration

The electrode current depends on the oxygen partial pressure and the O_2 permeability of the membrane – but not on the O_2 solubility in the solutions. The oxygen concentration in mg O_2/l (CL) cannot therefore be determined directly with an electrode.
According to Henry's law the oxygen concentration is proportional to its partial pressure (PO_2).

$CL = pO_2 \bullet a$
a = solubility factor

If «a» is constant, the oxygen concentration can be determined by means of the electrode. This applies at constant temperature and with dilute aqueous solutions such as drinking-water.
The solubility factor is strongly influenced not only by the temperature but also by the composition of the solution:

Medium, sat. with air	**Solubility at 20°C (68°F) and 760 mm Hg**
Water	9.2 mg O_2/l
4 mol/l KCl	2 mg O_2/l
50 % Methanol-water	21.9 mg O_2/l

Although the solubilities vary widely, the oxygen electrode gives the same reading in all three solutions. Thus, determination of the oxygen concentration is only possible with constant and known solubility factors «a».
Solubility may be determined by a Winkler titration or the method developed by Käppeli and Fiechter.

References

- W.M. Krebs, I.A. Haddad Develp. Ind. Microbio., 13, 113 (1972)
- H. Bühler, W. Ingold GIT 20, 977 (1976)
- W.M. Krebs, MBAA Techn. Quart. 16, 176 (1975)
- D.P. Lucero, Ana. Chem. 40, 707 (1968)

© 10/05 Mettler-Toledo GmbH
Printed in Switzerland

O_2-Sensoren der InPro® 6800 Serie

Bedienungsanleitung

© 10/05 Mettler-Toledo GmbH
Printed in Switzerland

Inhalt

1 Einleitung 38

2 Wichtige Hinweise 39
2.1 Hinweise zur Bedienungsanleitung 39
2.2 Bestimmungsgemässe Verwendung 39
2.3 Sicherheitshinweise 40
2.4 Einige typische Applikationsbeispiele 41
2.5 Einsatz im Ex-Bereich 42
2.6 Ex-Klassifikation ATEX 42
2.6.1 Einleitung 42
2.6.2 Nenndaten 42
2.6.3 Besondere Bedingungen 43
2.7 Ex-Klassifikation FM Approved 44

3 Produktbeschreibung 45
3.1 Allgemein 45
3.2 Funktionsprinzip 45
3.3 Lieferumfang 45
3.4 Produktübersicht 46

4 Installation 48
4.1 Einbau des Sensors 48
4.2 Sensor anschliessen 48
4.2.1 VP-Kabel an den InPro 6800 anschliessen 48
4.2.2 Anschluss des VP-Kabels am Transmitter 49

5 Betrieb 50
5.1 Inbetriebnahme und Polarisation 50
5.2 Kalibrierung 51
5.2.1 Zweck der Kalibrierung 51
5.2.2 Was müssen Sie bei der Kalibrierung beachten 51
5.2.3 Einpunktkalibrierung 53
5.2.4 Zweipunktkalibrierung 53

6 Wartung 54
6.1 Kontrolle des Sensors 54
6.1.1 Visuelle Kontrolle 54
6.1.2 Kontrolle des Sensors mit dem METTLER TOLEDO O_2 Sensor-Master InPro 6800 55
6.1.3 Kontrolle des Sensors mit dem Transmitter 56
6.2 Ersetzen des Elektrolyten, des Membrankörpers oder des Innenkörpers 57

7 Lagerung 60

8 Produktspezifikationen 60
8.1 Zertifikate 60
8.2 Technische Daten 61

9 Bestellinformationen 62
9.1 Sensoren 62
9.2 Zubehör 62
9.3 Ersatzteile 63
9.4 Empfohlene Transmitter 63
9.5 Empfohlene Armaturen 63

10 Theorie der polarographischen Sensoren 64
10.1 Einführung 64
10.2 Prinzipieller Aufbau von O_2-Elektroden 65
10.3 Einflussgrössen auf den Elektrodenstrom 65
10.4 Polarisationsspannung 66
10.5 Temperatur 66
10.6 Strömungsabhängigkeit 67
10.7 Sauerstoffpartialdruck – Sauerstoffkonzentration 68

© 10/05 Mettler-Toledo GmbH
Printed in Switzerland

1 Einleitung

Wir danken Ihnen, dass Sie einen **Sensor InPro 6800** von **METTLER TOLEDO** erworben haben.

Die Sensoren InPro 6800 sind nach dem heutigen Stand der Technik und den zur Zeit anerkannten sicherheitstechnischen Regeln gebaut. Dennoch können bei unsachgemässer Anwendung Gefahren für den Anwender oder Dritte und/oder Beeinträchtigungen der Anlage und anderer Sachwerte entstehen. **Die vorliegende Bedienungsanleitung muss deshalb vor Beginn von Arbeiten an den Sensoren von den betreffenden Personen gelesen und verstanden werden**.

Bitte bewahren Sie die Bedienungsanleitung an einem sicheren Ort auf, wo sie für jeden Anwender jederzeit zur Hand ist.

Wenn Sie Fragen haben, die in dieser Bedienungsanleitung nicht oder nicht ausreichend beantwortet werden, nehmen Sie bitte mit Ihrem METTLER TOLEDO Vertreter Kontakt auf. Man wird Ihnen gerne weiterhelfen.

© 10/05 Mettler-Toledo GmbH
Printed in Switzerland

2 Wichtige Hinweise

2.1 Hinweise zur Bedienungsanleitung

Die vorliegende Bedienungsanleitung enthält alle Angaben, um den Sensor InPro 6800 sicher, sachgerecht und bestimmungsgemäss einzusetzen.
Die Bedienungsanleitung richtet sich an das mit der Bedienung und der Instandhaltung der Sensoren betraute Personal. Es wird vorausgesetzt, dass diese Personen Kenntnisse der Anlage besitzen, in der die Sensoren eingebaut sind.

Warnhinweise und Symbole

In dieser Bedienungsanleitung werden Sicherheitshinweise und Zusatzinformationen mit folgenden Piktogrammen gekennzeichnet:

Dieses Piktogramm kennzeichnet Sicherheits- und Gefahrenhinweise, deren Missachtung zu Personen und/oder Sachschäden führen können.

Dieses Piktogramm kennzeichnet Zusatzinformationen und Anweisungen, deren Missachtung zu Defekten, ineffizienten Betrieb oder zum Ausfall der Produktion führen können.

2.2 Bestimmungsgemässe Verwendung

Mettler-Toledo InPro 6800 Sensoren dienen zur Inline-Messung des Sauerstoffpartialdrucks in Flüssigkeiten und Gasen, gemäss den Angaben in dieser Bedienungsanleitung.
Eine andere oder darüber hinausgehende Benutzung, als in dieser Bedienungsanleitung beschrieben, gilt als nicht bestimmungsgemäss. Für hieraus resultierende Schäden haftet der Hersteller/Lieferant nicht. Das Risiko trägt allein der Anwender.

Zur bestimmungsgemässen Verwendung gehören des Weiteren:

- Die Beachtung der Anweisungen, Vorschriften und Hinweise in der vorliegenden Bedienungsanleitung.
- Die regelmässige, Inspektion, Wartung und Funktionsprüfung der eingesetzten Komponenten liegt in der Verantwortung des Anwenders. Die Beachtung der lokalen Vorschriften zur Arbeits- und Anlagensicherheit sind dabei einzuhalten.
- Einhaltung aller Hinweise und Warnvermerke in den Publikationen zu den Produkten, die zusammen mit dem Sensor verwendet werden (Armaturen, Transmitter, etc.).
- Einhaltung aller Sicherheitsvorschriften der Anlage, in die der Sensor eingebaut wird.

- Der korrekte Betrieb unter Beachtung der vorgeschriebenen Umwelt und Betriebsbedingungen und den zulässigen Einbaulagen.
- Bei Unklarheiten soll unbedingt Rücksprache mit Mettler-Toledo genommen werden.

2.3 Sicherheitshinweise

- Der Anlagenbetreiber muss sich über eventuelle Risiken und Gefahren seines Prozesses bzw. Anlage bewusst sein. Der Anlagenbetreiber ist verantwortlich für die Ausbildung des Betriebspersonals, für die Kennzeichnung möglicher Gefahren und für die Auswahl geeigneter Instrumentierung anhand des Stands der Technik.
- Betriebspersonal, welches an der Inbetriebsetzung, Bedienung oder Wartung dieses Sensors oder eines seiner Zusatzprodukte (Armaturen, Transmitter, etc.) beteiligt ist, muss zwingend in den Produktionsprozess und die Produkte eingewiesen sein. Dazu gehört auch das Lesen und Verstehen dieser Betriebsanleitung.
- Die Sicherheit von Betriebspersonal und Anlagen liegt schlussendlich in der Verantwortung des Anlagenbetreibers. Dies gilt insbesondere für Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen.
- Der eingesetzte Sauerstoffsensor und zugehörige Komponenten haben keinen Einfluss auf den Prozess und können diesen nicht im Sinne einer Regelung oder Steuerung beeinflussen.
- Wartungs- und Serviceintervalle hängen von den Einsatzbedingungen, der umgebenen Substanzen, der Anlage und der Sicherheitsrelevanz des Messsystems ab. Kundenprozesse variieren stark, so dass Angaben, soweit diese vorgegeben sind, nur als Richtwerte dienen und in jedem Fall durch den Anlagenbetreiber verifiziert werden müssen.
- Werden bestimmte Schutzmassnahmen wie Schlösser, Beschriftungen oder redundante Messsysteme gefordert, müssen diese vom Anlagenbetreiber vorgesehen werden.
- Ein defekter Sensor darf weder montiert noch in Betrieb genommen werden.
- Am Sensor dürfen nur Wartungsarbeiten durchgeführt werden, die in dieser Bedienungsanleitung beschrieben sind.
- Verwenden Sie für den Austausch von defekten Komponenten ausschliesslich METTLER TOLEDO Originalersatzteile (siehe «Kapitel 9.3, Ersatzteile»).

© 10/05 Mettler-Toledo GmbH
Printed in Switzerland

– An den Sensoren und den Zubehörteilen dürfen keine Änderungen vorgenommen werden. Für Schäden aufgrund von unerlaubten Änderungen haftet der Hersteller/Lieferant nicht. Das Risiko trägt allein der Anwender.

2.4 Einige typische Applikationsbeispiele

Die folgende Aufzählung zeigt einige typische, nicht abschliessende, Applikationsbeispiele für den Einsatz des Sauerstoffsensors.

Messung in Flüssigkeiten:

- Fermentationen
- Hefeaufzucht
- Würzebelüftung
- Quellwasseraufbereitung
- Lagerung und Aufbereitung von Fruchtsäften

Messung in Gasen:

- Sauerstoffgrenzwertüberwachung zum Produktschutz vor Oxidation.
- Sauerstoffgrenzwertüberwachung in Abluft von Fermentationstanks.
- Sauerstoffgrenzwertüberwachung in Inertisierungprozessen.
- Sauerstoffbestimmung in Prozessgasgemischen.

© 10/05 Mettler-Toledo GmbH
Printed in Switzerland

2.5 Einsatz im Ex-Bereich

Hinweis:
Für eine Installation im Ex-Bereich beachten Sie bitte die nachfolgenden Richtlinien:

Ex-Klassifikation ATEX:
II 1/2GD EEx ia IIC T6/T5/T4/T3
IP6X T 69 °C/T 81 °C/T 109 °C/T 161 °C

Kennzeichnung und Nummer der Bescheinigung:
SNCH 01 ATEX 3277 X

Ex-Klassifikation FM Approved:
IS/I, II, III/1/ABCDEFG/T6 Ta = 60 °C
- 53 800 002; Entity

2.6 Ex-Klassifikation ATEX

2.6.1 Einleitung

Die Sauerstoffsensoren InPro 6XXX */*/*/*/* sind nach RL 94/9/EG (ATEX 95) Anhang I Geräte der Gerätegruppe II Kategorie 1/2G das nach RL 99/92/EG (ATEX 137) in den Zonen 0/1 sowie den Gasgruppen IIA, IIB und IIC, die durch brennbare Stoffe im Bereich der Temperaturklassen T3 bis T6 explosionsgefährdet sind, eingesetzt werden dürfen.
Bei der Verwendung/Installation sind die Anforderungen nach EN 60079-14 einzuhalten.

Die Sauerstoffsensoren InPro 6XXX */*/*/*/* sind nach RL 94/9/EG (ATEX 95) Anhang I auch Geräte der Gerätegruppe II Kategorie 1/2D die nach RL 99/92/EG (ATEX 137) in den Zonen 20/21 von brennbaren Stäuben eingesetzt werden dürfen.
Bei der Verwendung/Installation sind die Anforderungen nach EN 50281-1-2 einzuhalten.

Der Sondenmessstromkreis, der Temperaturmessstromkreis und der Datenchipstromkreis sind Teil eines gemeinsamen eigensicheren Systems und werden gemeinsam an einen gesondert bescheinigten Transmitter angeschlossen und betrieben.

Der Sondenmessstromkreis, der Temperaturmessstromkreis und der Datenchipstromkreis als Teil eines eigensicheren Systems sind beim Transmitter von den nichteigensicheren Stromkreisen bis zu einem Scheitelwert der Nennspannung von 375 V und von geerdeten Teilen bis zu einem Scheitelwert der Nennspannung von 30 V sicher galvanisch getrennt.

2.6.2 Nenndaten

Messstromkreis:
In Zündschutzart Eigensicherheit EEx ia IIC nur zum Anschluss an einen zertifizierten eigensicheren Stromkreis.

© 10/05 Mettler-Toledo GmbH
Printed in Switzerland

Höchstwerte:
$U_i \leq 16$ V, $I_i \leq 190$ mA, $P_i \leq 200$ mW
$L_i = 0$ (wirksame innere Induktivität)
$C_i = 900$ pF (wirksame innere Kapazität)

Bemerkung:
Die oben stehenden Werte gelten jeweils als Summe aller einzelner Stromkreise des zugehörigen eigensicheren Versorgungs- und Auswertegerätes.

2.6.3 Besondere Bedingungen

– Die maximal zulässigen Umgebungs- bzw. Mediumstemperaturen für die Zone 0 (brennbare Gase oder brennbare Flüssigkeiten) entsprechend der Temperaturklasse sind der folgenden Tabelle zu entnehmen:

Temperaturklasse	max. Umgebungs- bzw. Mediumstemperatur
T 6	68 °C
T 5	80 °C
T 4	108 °C
T 3	160 °C

– Die maximalen Oberflächentemperaturen für die Zone 20 (brennbare Stäube) entsprechend der Umgebungs- bzw. Mediumstemperatur, sind der folgenden Tabelle zu entnehmen:

Oberflächen-temperaturen	max. Umgebungs- bzw. Mediumstemperatur
T 69 °C	68 °C
T 81 °C	80 °C
T 109 °C	108 °C
T 161 °C	160 °C

Bei der Verwendung sind zusätzlich die Anforderungen von Abschnitt 6 nach EN 50281-1-2 zu beachten.

– Die Kapazität und Induktivität des Verbindungskabels ist bei der Auslegung zu berücksichtigen.

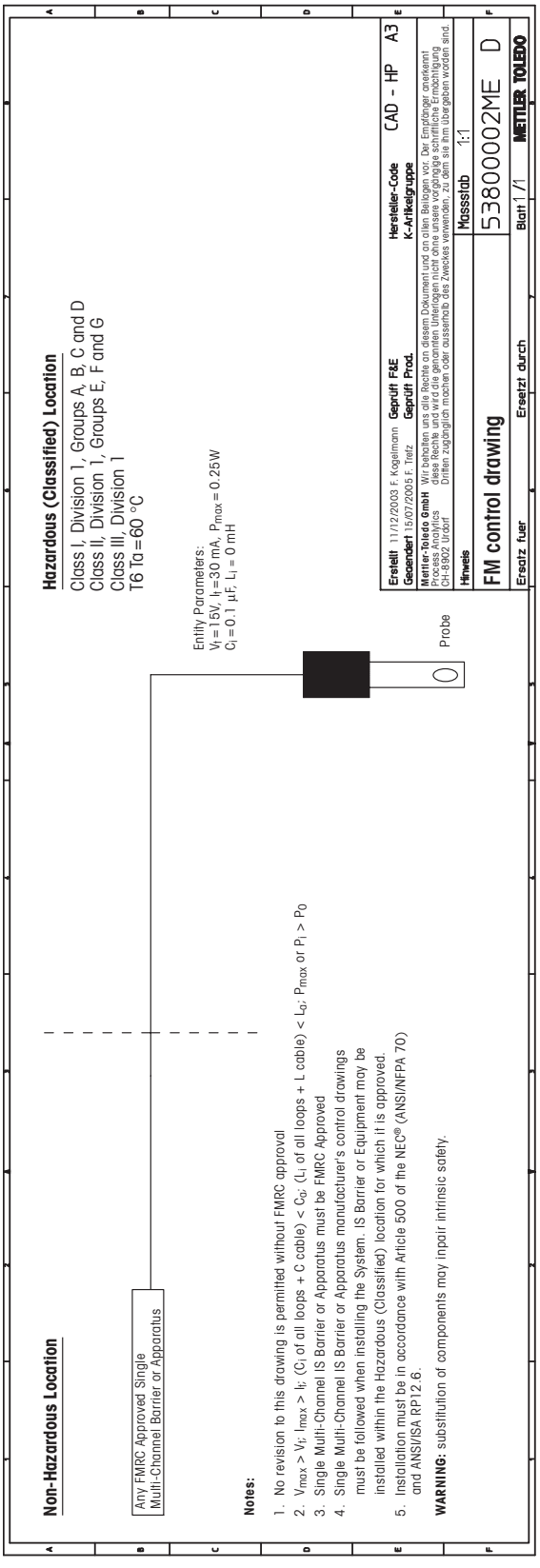
– Die Sauerstoffsensoren (O_2-Sensoren) können in/mit den Armaturen InFit 76*-*** bzw. InTrac 7**-*** oder in/mit anderen geeigneten Armaturen im explosionsgefährdeten Bereich eingesetzt werden.

– Der Metallkörper der O_2-Sensoren bzw. der Sicherheits-Einschweissstutzen bzw. die unabhängige Armatur sind gegebenenfalls in die wiederkehrende Druckprüfung der Anlage einzubeziehen.

– Der Metallkörper der O_2-Sensoren bzw. der Sicherheits-Einschweissstutzen bzw. die unabhängige Armatur muss mit dem Potentialausgleichsystem der Anlage leitend verbunden sein.

© 10/05 Mettler-Toledo GmbH
Printed in Switzerland

2.7 FM APPROVED Ex-Klassifikation FM Approved


Non-Hazardous Location
Hazardous (Classified) Location
Class I, Division 1, Groups A, B, C and D
Class II, Division 1, Groups E, F and G
Class III, Division 1
T6 Ta=60 °C
Any FMRC Approved Single Multi-Channel Barrier or Apparatus
Entity Parameters:
Vt = 15V, It =30 mA, Pmax = 0.25W
Ci = 0.1 µF, Li = 0 mH
Probe
Notes:
1. No revision to this drawing is permitted without FMRC approval
2. Vmax > Vt; Imax > It; (Ci of all loops + C cable) < Co; (Li of all loops + L cable) < Lo; Pmax or Pi > Po
3. Single Multi-Channel IS Barrier or Apparatus must be FMRC Approved
4. Single Multi-Channel IS Barrier or Apparatus manufacturer's control drawings must be followed when installing the System. IS Barrier or Equipment may be installed within the Hazardous (Classified) location for which it is approved.
5. Installation must be in accordance with Article 500 of the NEC® (ANSI/NFPA 70) and ANSI/ISA RP12.6.
WARNING: substitution of components may inpair intrinsic safety.
Erstellt 11/12/2003 F. Kogelmann
Geaendert 15/07/2005 F. Tietz
Pruefd F&E
Pruefd Prod.
Hersteller-Code CAD - HP A3
K-Artikelgruppe
Mettler-Toledo GmbH Process Analytics CH-8902 Urdorf
Wir behalten uns alle Rechte an diesem Dokument und den darin enthaltenen Daten vor. Der Empfänger anerkennt diese Rechte und wird die genannten Unterlagen nicht ohne unsere vorgängige schriftliche Ermächtigung Dritten zugänglich machen oder ausserhalb des Zweckes verwenden, zu dem sie ihm übergeben worden sind.
Hinweis
Massstab 1:1
FM control drawing
53800002ME D
Ersatz fuer
Ersetzt durch
Blatt 1/1
METTLER TOLEDO

© 10/05 Mettler-Toledo GmbH
Printed in Switzerland

3 Produktbeschreibung

3.1 Allgemein

Der **O_2 Sensor InPro 6800** mit integriertem Temperaturfühler dient **zur Bestimmung von Sauerstoff**.

Er kann **sterilisiert und autoklaviert** werden und ist kompatibel mit CIP-Systemen (**C**leaning **I**n **P**lace = Reinigung im eingebauten Zustand).

InPro 6800 Sensoren mit ISM-Funktionalität ermöglichen Plug+Measure und erweiterte Diagnose.

3.2 Funktionsprinzip

Der InPro 6800 basiert auf der polarographischen O_2-Messung nach Clark, die wie folgt zusammengefasst werden kann:

- Der Clark-Sensor besteht aus Arbeitselektrode (Kathode), Gegen-/Referenzelektrode (Anode) und einer sauerstoffdurchlässigen Membran, welche die Elektroden vom Messmedium trennt.
- Über den Transmitter wird eine konstante Spannung an die Kathode angelegt, um den Sauerstoff zu reduzieren.
- Die Sauerstoffmoleküle diffundieren vom Messmedium durch die Membran zu den Elektroden und werden an der mit Spannung beaufschlagten Kathode reduziert. Gleichzeitig findet an der Anode einen Oxidation statt, bei der das Anodenmetall (Silber) als Silberionen in den Elektrolyt abgegeben wird. Dadurch wird der Elektrolyt leitend und ein Strom fliesst zwischen Anode und Kathode (Ionen-Leitfähigkeit).
- Der erzeugte Strom wird vom Transmitter gemessen und ist proportional zum Sauerstoffpartialdruck (pO_2) im Messmedium.

Hinweis: Weitergehende Informationen zur polarographischen O_2-Messung findet sich in «Kapitel 10, Theorie zu den polarographischen Sensoren».

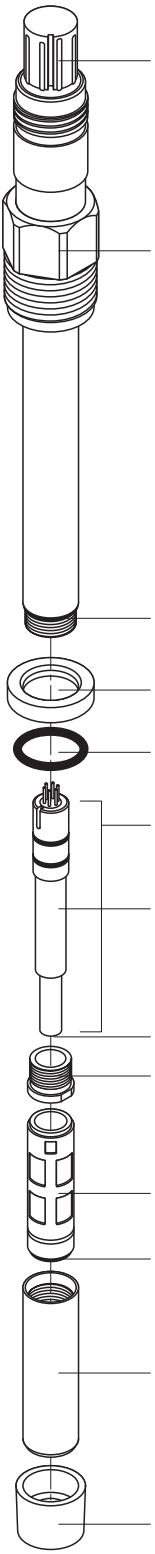
3.3 Lieferumfang

Jeder InPro 6800-Sensor wird komplett zusammengebaut und geprüft ausgeliefert mit:

- einer Flasche Elektrolyt (34 100 2016)
- einem Qualitäts-Kontrollzertifikat
- Materialzertifikaten 3.1 B (entsprechend EN 10204.3/1.B)

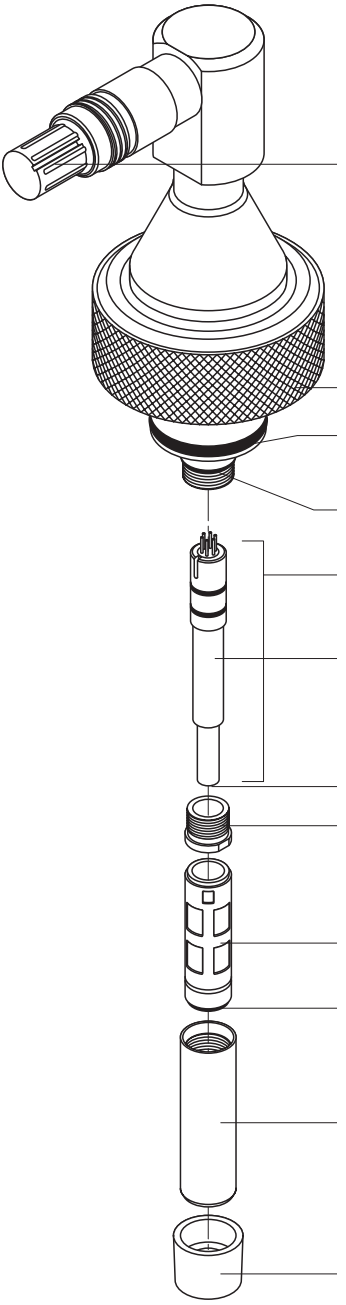
3.4 Produktübersicht

Sensor 12 mm



© 10/05 Mettler-Toledo GmbH
Printed in Switzerland

Sensor 25 mm



© 10/05 Mettler-Toledo GmbH
Printed in Switzerland

4 Installation

4.1 Einbau des Sensors

Wichtig! Vor dem Einbau des Sensors muss die grüne Schutzkappe entfernt werden.

Einbau des Sensors in eine Armatur

Für den Einbau des Sensors in eine Armatur beachten Sie bitte Angaben in der entsprechenden Anleitung zur Armatur.

Direkter Einbau der Sensoren in ein Rohr/Kessel

Die **12 mm O_2-Sensoren** können direkt in einen Gewindestutzen Pg 13.5 eingeschraubt und mit der Gewindehülse festgezogen werden.

Die **25 mm O_2-Sensoren** können direkt in einen Standardeinschweissstutzen oder den METTLER TOLEDO Sicherheitsstutzen eingebaut werden.

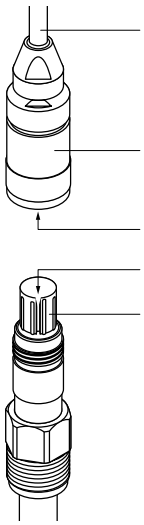
4.2 Sensor anschliessen

4.2.1 VP-Kabel an den InPro 6800 anschliessen

Sensoren mit ISM-Funktionalität erfordern ein spezielles VP-8 Kabel sowie ein ISM O_2 fähigen Transmitter. Der Sensor wird über ein VP-Kabel an den Transmitter angeschlossen. Das VP-Kabel garantiert eine sichere Verbindung zwischen Sensor und Transmitter, auch unter harten industriellen Bedingungen. Der robuste, wasserdichte Stecker entspricht der Schutzklasse IP68. Wenn Sie sich für einen Sensor mit ISM Funktionalität entschieden haben, enthält der VP-Anschlussstecker einen EEPROM. Dieses elektrische Bauteil ist unbedingt vor elektrischer Entladung zu schützen.

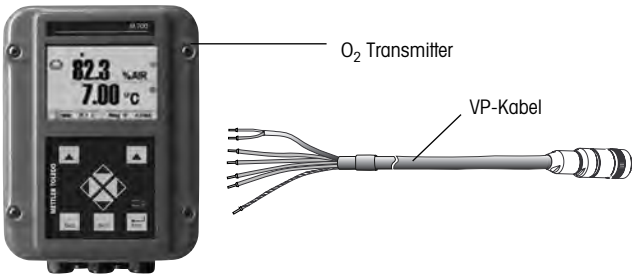
Berühren sie den Sensor nicht am VP-Anschlussstecker!

Um das VP-Kabel am Sensor anzuschliessen, richten Sie die Nut am VP-Stecker mit dem Nocken in der Steckerbuchse aus. Schieben Sie anschliessend die Buchse auf den Stecker und schrauben Sie sie fest.



© 10/05 Mettler-Toledo GmbH
Printed in Switzerland

4.2.2 Anschluss des VP-Kabels am Transmitter



Hinweis: Die richtige Kabelbelegung finden Sie in der Anleitung zum METTLER TOLEDO VP-Kabel.

Hinweis: Um das VP-Kabel mit dem Transmitter zu verbinden, beachten Sie die Anweisungen in der METTLER TOLEDO Transmitter Bedienungsanleitung.

© 10/05 Mettler-Toledo GmbH
Printed in Switzerland

5 Betrieb

Wichtig! Vor der ersten Inbetriebnahme sollte der Elektrolyt gewechselt werden (siehe «Kapitel 6.2»). Durch erschwerte Transport und Lagerbedingungen (z.B. im Flugzeug, Druck- und Temperaturschwankungen) kann es zu einer verminderten Elektrolytqualität kommen. Schlechte Elektrolytqualität kann zu Messabweichungen führen.

5.1 Inbetriebnahme und Polarisation

Wichtig! Bevor der Sensor in Betrieb genommen wird, ist die grüne Schutzkappe zu entfernen.

Bei der ersten Inbetriebnahme oder nach einer Trennung des Sensors von der Spannungsquelle (Transmitter oder O_2 Sensor-Master) von mehr als 5 Minuten, muss der Sensor vor der Kalibrierung zur Polarisation an den eingeschalteten O_2-Transmitter oder an den O_2 Sensor-Master angeschlossen werden. Nach sechs Stunden ist der Sensor polarisiert und betriebsbereit.
Falls der Sensor nur für wenige Minuten von der Spannungsquelle getrennt wurde, ist eine kürzere Polarisationszeit ausreichend. Folgende Tabelle dient zur Ermittlung der korrekten Polarisationszeit in Abhängigkeit von der Depolarisationszeit.

Depolarisationszeit [1] t_{depol} [Min.]	**Minimal notwendige Polarisationszeit [2] [Min.]**
$t_{depol} > 30$	360
$30 > t_{depol} > 15$	$6 * t_{depol}$
$15 > t_{depol} > 5$	$4 * t_{depol}$
$t_{depol} < 5$	$2 * t_{depol}$

[1] Depolarisationszeit:
Zeitspanne, während der die Polarisationsspannung nicht anliegt. Dies ist der Fall während:
- eines Elektrolytwechsels
- eines Membrankörperwechsels
- wenn das Kabel abgekoppelt ist oder kein Transmitter oder Polarisationsmodul am Kabel angeschlossen ist

[2] Polarisationszeit:
Zeitspanne, während der der Sensor mit einer Polarisationsspannung beaufschlagt ist.

Wichtig! Die Einstellung der Polarisationsspannung am Transmitter für korrekte Messungen:

- Standardapplikationen (z.B. Messungen in der Biotechnologie): **–675 mV**
- Messungen von permanent niedrigen Sauerstoffkonzentrationen < 500 ppb in Gegenwart von sauren, flüchtigen Komponenten (z.B. Kohlendioxid bei Messung in Brauerei): **–500 mV**

Wichtig! Der Transmitter ist so einzustellen, dass er die korrekte Polarisationsspannung liefert.

© 10/05 Mettler-Toledo GmbH
Printed in Switzerland

5.2 Kalibrierung

5.2.1 Zweck der Kalibrierung

Jeder Sauerstoffsensor hat eine individuelle Steilheit und einen individuellen Nullpunkt. Beide Werte ändern sich z.B. durch Elektrolytverbrauch oder nach Austausch des Elektrolyten oder des Membrankörpers. Um eine hohe Messgenauigkeit des Sensors zu erzielen, muss deshalb nach einem Elektrolyt- oder Membranwechsel eine Kalibrierung durchgeführt werden. Vor der Kalibrierung muss der Sensor mindestens 6 Stunden polarisiert werden.

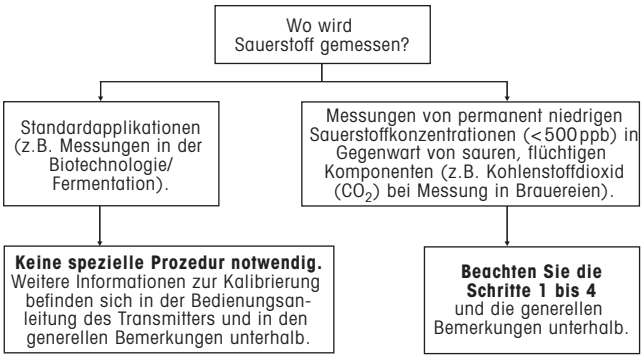
Eine Nullpunktkalibrierung ist nur dann sinnvoll, wenn eine höhere Genauigkeit bei sehr niedriger Sauerstoffkonzentration erwünscht wird.

Um zu prüfen, ob der Sensor kalibriert werden muss, trocknen Sie den Sensor ab und halten Sie ihn in die Luft. Der Transmitter sollte jetzt einen Wert von nahezu 100 % anzeigen. Ist dies nicht der Fall, muss der Sensor nachkalibriert werden.

5.2.2 Was müssen Sie bei der Kalibrierung beachten

Achtung! Bei Messungen von permanent niedrigen Sauerstoffkonzentrationen (< 500 ppb) in der Gegenwart von sauren, flüchtigen Komponenten (z.B. Kohlenstoffdioxid (CO_2) bei Messung in Brauereien) sollte die unten beschriebene Prozedur durchgeführt werden. Dies gewährleistet die beste Messgenauigkeit.

Für Messungen in Standardapplikationen (z.B. Messungen in der Biotechnologie/Fermentation) ist die unten beschriebene Prozedur nicht notwendig.


Wo wird Sauerstoff gemessen?
Standardapplikationen (z.B. Messungen in der Biotechnologie/ Fermentation).
Messungen von permanent niedrigen Sauerstoffkonzentrationen (< 500 ppb) in Gegenwart von sauren, flüchtigen Komponenten (z.B. Kohlenstoffdioxid (CO_2) bei Messung in Brauereien).
Keine spezielle Prozedur notwendig. Weitere Informationen zur Kalibrierung befinden sich in der Bedienungsanleitung des Transmitters und in den generellen Bemerkungen unterhalb.
Beachten Sie die Schritte 1 bis 4 und die generellen Bemerkungen unterhalb.

Erster Schritt: Stellen Sie die Polarisationsspannung des Transmitters auf −675 mV. Detaillierte Information zur Einstellung finden Sie in der Bedienungsanleitung des Transmitters.

Zweiter Schritt: Nachdem die Polarisationsspannung auf −675 mV gestellt wurde ist eine Ausgleichszeit notwendig. Warten Sie für mindestens 5 Minuten bevor Sie Schritt 3 ausführen.

☞ **Dritter Schritt:** Führen Sie die Kalibrierung laut der Vorgehensweise in der Transmitter Bedienungsanleitung durch.

☞ **Vierter Schritt:** Stellen Sie die Polarisationsspannung des Transmitters zurück auf – 500 mV.

☞ Mit dem Transmitter M 700 lassen sich die **Schritte 1 bis 4** automatisch durchführen. Dadurch kann die Routine auf wenige Tastendrücke minimiert werden. Dazu muss der Transmitter mit der Softwarefunktion SW700-011 «CO_2 Kompensation» ausgerüstet sein. Bitte fragen Sie Ihren zuständigen Mettler-Toledo Berater.

☞ **Generelle Bemerkungen:**

- **Für die Kalibrierung an Luft muss die Membran des Sensors trocken sein**, da anhaftende Wassertropfen den Sauerstoffmesswert verfälschen.
- Stellen Sie sicher, dass der **Sauerstoff-Sättigungsindex** des Kalibriermediums **stimmt** und während der Kalibrierung **konstant bleibt**.
- Falls die Kalibrierung in Wasser oder Messmedium erfolgt, muss sich das **Kalibriermedium mit Luft im Gleichgewichtszustand** befinden. Der Sauerstoffaustausch zwischen Wasser und Luft läuft nur sehr langsam ab. Es dauert daher relativ lange, bis Wasser mit Luft gesättigt ist.
- Eine gewisse Mindestanströmung des Sensors mit dem Kalibriermedium muss gewährleistet sein.
- Bei der Kalibrierung in einem Fermenter soll die Kalibrierung **nach der Sterilisation** durchgeführt werden, da die Sterilisation die Steilheit des Sensors verändern kann. Wenn die Kalibrierung nicht nach der Sterilisation erfolgen kann, sollte ein bereits einmal am Sensor aufgesetzter und vorsterilisierter Membrankörper verwendet werden, da vor allem nach der ersten Sterilisation eines neuen Membrankörpers eine Steilheitsänderung von einigen Prozent auftreten kann.
- Achten Sie darauf, dass alle anderen Parameter wie Temperatur und Druck, während der Kalibrierung konstant bleiben.

Bei Dauerbetrieb empfehlen wir eine periodische Nachkalibrierung entsprechend der gewünschten Genauigkeit, der Art des Prozesses und Ihrer Erfahrung. Die Häufigkeit der notwendigen Nachkalibrierung ist stark applikationsspezifisch und kann daher an dieser Stelle nicht genau definiert werden.

© 10/05 Mettler-Toledo GmbH
Printed in Switzerland

5.2.3 Einpunktkalibrierung

Durch die Einpunktkalibrierung wird die aktuelle Steilheit des Sensors ermittelt. Als Kalibriermedium dient Wasser mit bekannter Sauerstoffsättigung (z.B. luftgesättigtes Wasser) oder Luft mit bekannter Wasserdampfsättigung (wasserdampfgesättigte Luft).

Nach Erreichen eines stabilen Signals wird der Sensor mit dem jeweiligen Transmitter auf den 100%-Wert der gewünschten Messgrösse kalibriert, z.B. 100 % Luft, 20.95 % O_2 oder 8.26 ppm – bei 25 °C (77 °F) und Normaldruck (siehe Anleitung zum Transmitter).

Die Einpunktkalibrierung ist für die meisten Prozesse ausreichend.

5.2.4 Zweipunktkalibrierung

Durch die Zweipunktkalibrierung werden Steilheit und Nullpunkt des Sensors ermittelt.

⚠ **Wichtig!** Bei einer Zweipunktkalibrierung muss immer **zuerst die Nullpunktkalibrierung** durchgeführt werden, bevor die Steilheit ermittelt wird.

Aufgrund des sehr geringen Nullstroms von METTLER TOLEDO Sensoren ist bei Standardanwendungen die Zweipunktkalibrierung nicht erforderlich.
In der Regel sollte der Nullpunkt auf Null gesetzt werden bzw. wird automatisch vom Transmitter auf Null gesetzt (siehe Bedienungsanleitung des Transmitters). Eine Nullpunktkalibrierung ist nur dann sinnvoll, wenn eine höhere Genauigkeit bei sehr niedriger Sauerstoffkonzentration erwünscht wird.

⚠ **Achtung! Eine unkorrekte Nullpunktkalibrierung ist eine häufige Fehlerquelle. Für eine korrekte Durchführung empfehlen wir als Nullpunktmedium Stickstoff oder ein anderes sauerstofffreies Medium mit einem Reinheitsgrad von mindestens 99.995 %.**

Nach Erreichen eines stabilen Sensorsignals (nach etwa 20…30 Minuten) wird der Sensor mit dem jeweiligen Transmitter auf den Nullwert der gewünschten Messgrösse kalibriert, z.B. 0 % Luft, 0.0 % O_2 oder 0.0 ppm (siehe Bedienungsanleitung des Transmitters).

6 Wartung

6.1 Kontrolle des Sensors

6.1.1 Visuelle Kontrolle

Zur Überprüfung des Sensors empfehlen wir folgende Vorgehensweise:

- Die Kontakte am Anschlussstecker müssen trocken sein. Feuchtigkeit, Korrosion und Schmutz im Anschlussstecker können zu Fehlanzeigen führen.
- Kabel auf Knickstellen, spröde Stellen oder Brüche überprüfen.
- Vor jeder Kalibrierung sollte die Membranfolie optisch auf Beschädigung geprüft werden. Sie muss unverletzt und sauber sein. Bei verschmutzter Membran ist sie mit einem feuchten, weichen Lappen abzureiben.
  Hinweis: Eine verformte Membrane hat keinen Einfluss auf die Messgenauigkeit, sofern Sie nicht beschädigt ist.
- Der Membrankörper muss ersetzt werden, wenn der Sensor eine zu lange Ansprechzeit aufweist, der Anzeigewert nicht stabil bleibt oder wegdriftet, der Sensor nicht kalibriert werden kann oder die Membran mechanisch beschädigt ist.
- Kathodenbereich auf Verfärbungen, Beläge und Glassprünge überprüfen. Gegebenenfalls mit demineralisiertem Wasser spülen und mit weichem, sauberen Pinsel oder weichem Papiertuch reinigen.

Achtung! Keinerlei Reinigungsmittel oder Alkohol verwenden. Diese können den Sensor beschädigen oder zu Fehlströmen führen.

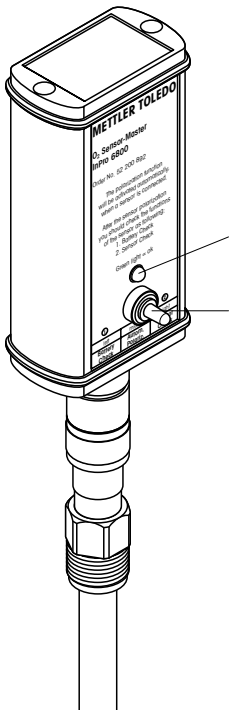
Achtung! Der Innenkörper aus Glas ist zerbrechlich und empfindlich gegen Erschütterungen.

© 10/05 Mettler-Toledo GmbH
Printed in Switzerland

6.1.2 Kontrolle des Sensors mit dem METTLER TOLEDO O_2 Sensor-Master InPro 6800

Zur einfachen Überprüfung der Funktionstüchtigkeit des Sensors empfehlen wir den als Zubehör erhältlichen O_2 Sensor-Master InPro 6800. Um den Sensor zu kontrollieren, gehen Sie wie folgt vor:

- Sensor an den O_2 Sensor-Master anschliessen.



Sobald der Sensor am O_2 Sensor-Master angeschlossen ist, wird automatisch die Polarisierfunktion aktiviert und der Sensor mit der richtigen Polarisationsspannung versorgt. Falls der Sensor für mehr als 5 Minuten vom Transmitter getrennt war, muss er zuerst polarisiert (Polarisationszeiten siehe «Kapitel 5.1») werden, bevor aussagekräftige Testresultate erzielt werden.

- **Kontrolle der Batterie**:
  Schalter nach links drücken. Ist der Ladezustand der Batterie ok leuchtet die grüne LED. Andernfalls konsultieren Sie die Bedienungsanleitung zum O_2 Sensor-Master.

- **Sensor Check**:

  Für diesen Test müssen der O_2-Sensor **vollständig polarisiert** und die **Membran des Sensors trocken und sauber** sein.

  Halten Sie den am O_2 Sensor-Master angeschlossenen Sensor in die Luft. Drücken Sie anschliessend den Schalter nach rechts auf die Position «2 – Sensor check». Der O_2 Sensor-Master prüft, ob der Elektrodenstrom für Luft, den der Sensor liefert, im zulässigen Bereich liegt (40 bis 100 nA für den InPro 6800).

  Leuchtet die grüne LED, liegt der Elektrodenstrom im zulässigen Bereich.

Leuchtet die LED nicht, prüfen Sie die Batterie des O_2 Sensor-Master (siehe Bedienungsanleitung «Zubehör»). Ist die Batterie ok, liegt der Fehler möglicherweise beim Sensor. Ersetzen Sie den Elektrolyten und oder den Membrankörper des Sensors. Leuchtet die LED auch nach dem Austausch des Membrankörpers nicht, ersetzen Sie auch noch den Innenkörper des Sensors (siehe «Kapitel 6.2»).

Wichtig! Mit der Sensor Check-Funktion wird nur die Korrektheit des Elektrodenstromes an Luft überprüft. Um sicher zu gehen, dass der Sensor korrekt arbeitet, muss auch der Nullstrom mit einer Messung in sauerstoffreiem Medium überprüft werden (siehe «Kapitel 6.1.3»).

6.1.3 Kontrolle des Sensors mit dem Transmitter

Zur Überprüfung der korrekten Sensorfunktion ist eine periodische Nullstrommessung (**keine Nullpunktkalibrierung!**) empfehlenswert.

Wichtig! Für die Nullstrommessung muss der Sensor polarisiert sein.

Die Nullstrommessung wird mit Hilfe eines Nullstrom-Gels (Art.-Nr. 34 100 1032) durchgeführt, kann aber auch in Stickstoff oder Kohlendioxid Kalibriergasen (Reinheit von mindestens 99.995 %) oder in einem mit diesen Gasen gesättigten Messmedium erfolgen.

Nach 2 Minuten in einem sauerstofffreien Messmedium sollte der Sensor weniger als 10 % und nach 10 Minuten weniger als 1 % des Luftmesswertes liefern.

Zu hohe Messwerte deuten auf einen erschöpften Elektrolyten oder eine defekte Membran hin. Im ersten Fall ist der Elektrolyt und im zweiten Fall der Membrankörper mit Elektrolyt zu wechseln.

Sollten die oben erwähnten Werte nach dem Austausch des Elektrolyten und des Membrankörpers nicht erreicht werden, ersetzen Sie den Innenkörper des Sensors. Hilft auch diese Massnahme nichts, senden Sie den Sensor zur Inspektion an Ihre METTLER TOLEDO Vertretung.

In vielen Messmedien befinden sich leicht flüchtige Substanzen, die bereits in sehr geringen Konzentrationen einen deutlich wahrnehmbaren Geruch besitzen. Diese Substanzen können wie Sauerstoff durch die gasdurchlässige Membran in den Elektrolyten eindringen und sind beim Austausch des Elektrolyten entsprechend wahrnehmbar. Solche Substanzen, wie auch eine leichte Verfärbung des Elektrolyten haben in den meisten Fällen absolut keinen Einfluss auf die Messeigenschaften des Sensors.

© 10/05 Mettler-Toledo GmbH
Printed in Switzerland

6.2 Ersetzen des Elektrolyten, des Membrankörpers oder des Innenkörpers

METTLER TOLEDO O_2-Sensoren werden mit montiertem Membrankörper ausgeliefert und sind auf einwandfreie Funktionsweise geprüft.

Wenn ein Sensor nach der Lieferung für mehrere Monate gelagert wird, sollte der Elektrolyt vor Gebrauch erneuert werden.

Arbeitet die Membran und/oder der Innenkörper nicht mehr einwandfrei (zu lange Ansprechzeiten, hoher Nullstrom in sauerstofffreiem Medium, mechanische Beschädigung, etc.) muss der Membrankörper und/oder der Innenkörper ausgetauscht werden.

⚠ **Achtung!** Der O_2-Elektrolyt ist mit einem pH-Wert von 13 sehr alkalisch. Vermeiden Sie deshalb den Kontakt des Elektrolyten mit der Haut, insbesondere mit den Schleimhäuten und den Augen. **Tragen Sie deshalb für die nachfolgend beschriebenen Austauscharbeiten immer Schutzhandschuhe und eine Schutzbrille.** Sollten Sie trotzdem mit dem Elektrolyten in Berührung kommen, spülen Sie den betroffenen Körperteil sofort mit viel Wasser ab. Bei Unwohlsein sofort einen Arzt hinzuziehen.

Für den Austausch des Elektrolyten, des Membrankörpers oder des Innenkörpers, gehen Sie wie folgt vor (siehe auch nachfolgende Abbildung):

⚠ **Achtung!** Führen Sie die nachfolgenden Arbeitsschritte nur an einen **sauberem Arbeitsplatz** aus.

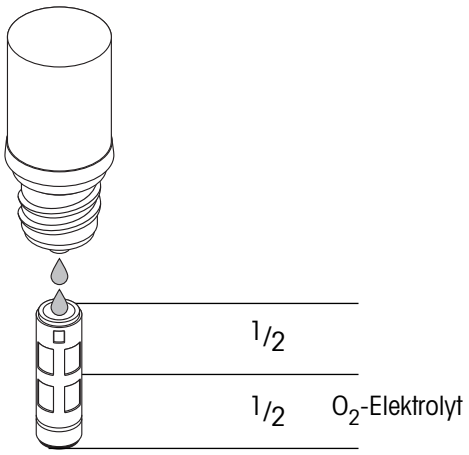
1. Überwurfhülse vom Sensorschaft abschrauben und vorsichtig vom Sensor ziehen.
2. Membrankörper vom Innenkörper abziehen.
   Ist der Membrankörper in der Überwurfhülse festgeklemmt, sollte er mit der flachen Seite der Fingerspitzen aus dieser herausgedrückt werden. Vor einem Elektrolytwechsel muss der Membrankörper unbedingt aus der Überwurfhülse entfernt werden!
3. Den Innenkörper mit destilliertem Wasser abspülen und sorgfältig mit einem Papiertuch trocknen.

☞ **Hinweis: Schritte 4 bis 7 müssen nur für den Austausch des Innenkörpers ausgeführt werden.**

4. Kontermutter mit einem Rollgabelschlüssel oder Gabelschlüssel 3/8" lösen.
5. Innenkörper aus dem Sensorschaft ziehen. Falls nötig Zange verwenden.

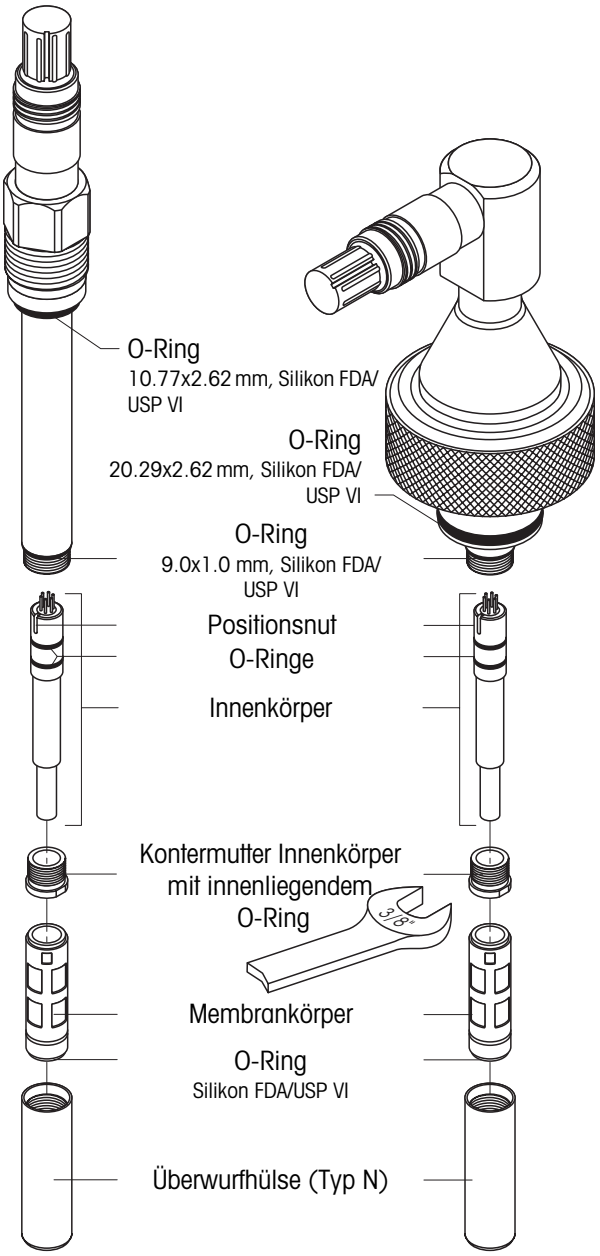
⚠ **Achtung! Innenkörper beim Herausziehen nicht drehen**, sonst können die Kontaktstifte abbrechen.

6. Neuen Innenkörper in den Sensorschaft einsetzen und soweit drehen, bis die Nut im Innenkörper im Nocken des Sensorschaftes einrastet.
7. Innenkörper bis zum Anschlag in den Sensorschaft hineindrücken. Anschliessend Kontermutter anbringen und festziehen.
8. Alle O-Ringe auf Beschädigungen prüfen und falls nötig ersetzen.
9. Den neuen Membrankörper bis zur Hälfte mit O_2-Elektrolyt füllen. Darauf achten, dass im gefüllten Membrankörper keine Luftblasen vorhanden sind. Luftblasen können durch vorsichtiges Klopfen an den Membrankörper entfernt werden.



10. Den Membrankörper in senkrechter Position auf den Innenkörper schieben und überschüssigen Elektrolyt mit einem Papiertuch entfernen.
⚠ **Wichtig!** Zwischen Membrankörper und Überwurfhülse dürfen sich weder Elektrolyt noch Messmedium oder andere Verunreinigungen befinden. Bitte genau prüfen!
11. Die Überwurfhülse vorsichtig über den montierten Membrankörper schieben und festschrauben. Die Überwurfhülse muss sauber und trocken sein.
12. Nach einem Austausch des Elektrolyten oder des Membrankörpers oder des Innenkörpers ist der Sensor zu polarisieren und zu kalibrieren.

© 10/05 Mettler-Toledo GmbH
Printed in Switzerland


O-Ring
10.77x2.62 mm, Silikon FDA/ USP VI
O-Ring
20.29x2.62 mm, Silikon FDA/ USP VI
O-Ring
9.0x1.0 mm, Silikon FDA/ USP VI
Positionsnut
O-Ringe
Innenkörper
Kontermutter Innenkörper mit innenliegendem O-Ring
Membrankörper
O-Ring
Silikon FDA/USP VI
Überwurfhülse (Typ N)

7 Lagerung

Der Sensor kann, gefüllt mit O_2-Elektrolyt (Art.-Nr. 34 100 2016) und aufgesetzter Schutzkappe, über mehrere Monate gelagert werden. Um bei Wiederinbetriebnahme die Polarisationszeit von 6 Stunden zu umgehen, kann der Sensor, an einem METTLER TOLEDO O_2 Sensor-Master InPro 6800 angeschlossen, gelagert werden.

Achtung! Bei einer Lagerung von mehr als 3 Monaten sollte vor Gebrauch der Elektrolyt gewechselt werden.

Bei einer Lagerung über mehr als 6 Monate sollte der **Sensor trocken**, d.h. ohne Elektrolyt im Membrankörper, gelagert werden.

Achtung! Ein trocken gelagerter Sensor (ohne Elektrolyt im Membrankörper) darf **auf keinen Fall an den O_2 Sensor-Master InPro 6800 oder an ein anderes Polarisationsmodul angeschlossen** werden.

8 Produktspezifikationen

8.1 Zertifikate

Jeder Sensor wird mit einem Set von **3.1 B Zertifikaten** (entsprechend EN 10204.3/1.B) ausgeliefert.

Alle mit dem Prozessmedium in Berührung kommenden Metallteile (Sensorschaft, Überwurfhülse und Membrankörper) sind mit einem Symbol gekennzeichnet, das auf die Schmelznummer auf dem mitgelieferten Zertifikat verweist.

Alle mit dem Prozessmedium in Berührung kommenden Metallteile (Sensorschaft, Überwurfhülse und Membrankörper) sind poliert, damit Sie eine Oberflächenrauheit von weniger 0.4 µm (16 µin) aufweisen. Dies entspricht einer Oberflächenrauheit von N5 (entsprechend ISO 1320:1992).

© 10/05 Mettler-Toledo GmbH
Printed in Switzerland

8.2 Technische Daten

Achtung! Beachten Sie das mitgeltende Zusatzblatt 52 201 146, wenn der Sensor, in Verbindung mit dem Membrankörper T-6800 Gas, zur Messung des Sauerstoffpartialdrucks in Gasen verwendet wird. Das Zusatzblatt befindet sich nur in der Verpackung der T-6800 Gas Membrankörper und Kits.

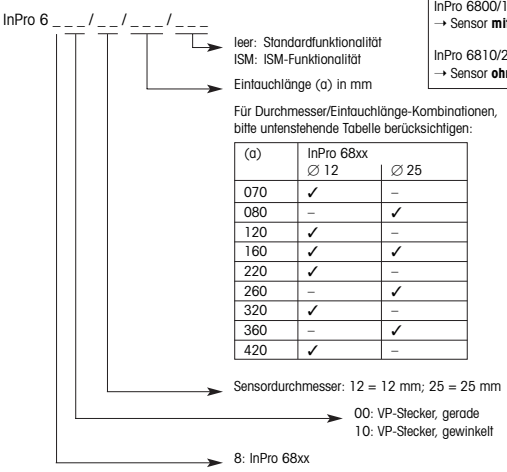
	InPro 6800
Messprinzip	Amperometrisch/ Polarographisch
Betriebsbedingungen	
Zulässiger Druckbereich (Messung)	0.2…6 bar absolut
	[2.9…87.0 psi absolut]
Mechanische Druckbeständigkeit	max. 12 bar absolut
	[174.0 psi absolut]
Zulässiger Temperaturbereich (Messung)	0…80 °C [32…176 °F]
Temperaturbereich (Beständigkeit)	-5…140 °C [23…284 °F] (sterilisierbar/autoklavierbar)
Konstruktionsmerkmale	
Temperaturkompensation	automatisch mit eingebaut. RTD
Kabelanschluss	Vario Pin (IP 68), gerade oder gewinkelt
O-Ring-Material	Silikon FDA und USP VI geprüft
Membran-Material	PTFE/Silikon/PTFE (mit Stahlnetz armiert)
Medienberührte Metallteile	Rostfreier Stahl Spezielle Materialien auf Anfrage
Oberflächenrauheit medienberührte Metallteile (ISO 1320:1992)	N5 (RA < 0.4 µm [16 µin])
Quick Disconnect-Innenkörper	Standard
Kathode	Pt
Anode	Ag
Schutzring	Nein
Abmessungen	
Sensordurchmesser	12 oder 25 mm (0.47" oder 0.98")
Eintauchlänge (a) 12 mm Sensor	70, 120, 220, 320, 420 mm
	(2.8, 4.7, 8.66, 12.6, 16.54")
Eintauchlänge (a) 25 mm Sensor	80,160, 260, 360 mm
	(3.15, 6.3, 10.24, 14.17")
Sensorleistung	
Nachweisgrenze	6 ppb
Genauigkeit	≤ ±[1 % + 6 ppb] vom Messwert in Flüssigkeiten
Ansprechzeit bei 25 °C/77 °F (Luft → N_2)	98 % des Endwertes < 90 s
Sensorsignal in Raumluft (25 °C/77 °F)	50…110 nA
Restsignal in sauerstofffreiem Medium luft	< 0.1 % des Signals in Raumluft
Strömungsabhängigkeit des Sensorsignals	≤ 5%
Zertifikate	
EHEDG, 3A	Ja
3.1 B (EN 10204.3/1.B)	Ja
ATEX Zertifikat	Ja
FM Approval	Ja
FDA/USP VI	Ja
Qualitäts-/Endkontrolle	Ja
Kompatibilität	
mit METTLER TOLEDO Transmitter	siehe «Kapitel 9.4»
mit METTLER TOLEDO Armaturen	siehe «Kapitel 9.5»

9 Bestellinformationen

Weitere, detaillierte Informationen finden Sie im Technischen Datenblatt. Fragen Sie Ihren Lieferanten.

9.1 Sensoren

Intelligent Sensor Management (ISM) O_2 Sensor Konfiguration


InPro 6 _ _ _ / _ _ / _ _ _ / _ _ _
leer: Standardfunktionalität
ISM: ISM-Funktionalität
Eintauchlänge (a) in mm
Sensordurchmesser: 12 = 12 mm; 25 = 25 mm
00: VP-Stecker, gerade
10: VP-Stecker, gewinkelt
8: InPro 68xx

Beispiel Konfiguration:

InPro 6800/12/120/ISM
→ Sensor **mit** ISM-Funktionalität

InPro 6810/25/260
→ Sensor **ohne** ISM-Funktionalität

Für Durchmesser/Eintauchlänge-Kombinationen, bitte untenstehende Tabelle berücksichtigen:

(a)	InPro 68xx ∅ 12	∅ 25
070	✓	–
080	–	✓
120	✓	–
160	✓	✓
220	✓	–
260	–	✓
320	✓	–
360	–	✓
420	✓	–

Sensor ohne ISM Funktionalität

Eintauchlänge (a)	Ø 12 mm		Ø 25 mm	
	gerade	gewinkelt	gerade	gewinkelt
70 mm (2.8")	52 200 964	52 200 969	—	—
80 mm (3.2")	—	—	52 200 974	52 200 978
120 mm (4.7")	52 200 965	52 200 970	—	—
160 mm (6.3")	—	—	52 200 975	52 200 979
220 mm (8.7")	52 200 966	52 200 971	—	—
260 mm (10.2")	—	—	52 200 976	52 200 980
320 mm (12.6")	52 200 967	52 200 972	—	—
360 mm (14.2")	—	—	52 200 977	52 200 981
420 mm (16.5")	52 200 968	52 200 973	—	—

9.2 Zubehör

Zubehör	Bestell- Nr.
O_2 Sensor-Master InPro 6800	52 200 892
O_2 Sensor-Simulator	52 200 891
Adapter T82 Buchse – VP Stecker	52 200 939
Adapter VP Buchse – T82 Stecker	52 200 940
VP Kabel VP6-ST/ 3 m	52 300 108
VP Kabel VP6-ST/ 5 m	52 300 109
VP Kabel VP6-HT/ 3 m	52 300 112
VP Kabel VP6-HT/ 5 m	52 300 113
VP Kabel VP8-ST/ 3 m	52 300 354
VP Kabel VP8-ST/ 5 m	52 300 355
VP Kabel VP8-HT/ 3 m	52 300 361
VP Kabel VP8-HT/ 5 m	52 300 362
Nullstrom-Gel	34 100 1032

Für weitere Kabellängen ,-typen fragen Sie Ihre Mettler-Toledo Verkaufsstelle.

© 10/05 Mettler-Toledo GmbH
Printed in Switzerland

9.3 Ersatzteile

Ersatzteil	Bestell-Nr.
Membrankörper, einfach T-96	52 200 071
Membran-Kit T-96 (4 Membrankörper, 1 O-Ring Set, 25 ml Flasche mit Elektrolyt)	52 200 024
Membrankörper (20 Stk.) T-96	52 200 791
Flasche mit Elektrolyt (25 ml)	34 100 2016
Innenkörper InPro 6800 «Quick disconnect»	52 200 899
Überwurfhülse Typ N	52 200 037
Überwurfhülse mit Schutzkorb Typ P	52 200 038

9.4 Empfohlene Transmitter

Transmitter	Bestell-Nr.
O_2 Transmitter M 700	Fragen Sie Ihre METTLER TOLEDO Verkaufsstelle.
O_2 Transmitter 4100 e FF	
O_2 Transmitter 4100 e/2 (x) H	
O_2 Transmitter 4100 PA	
O_2 Transmitter 4100 e	
O_2 Transmitter 4050 e	

9.5 Empfohlene Armaturen

Armatur	12 mm Ø	25 mm Ø	
Statische Armatur			Bitte fragen Sie ihre Mettler-Toledo Verkaufs-organisation
INGOLD «Sicherheits-Einschweissstutzen»	–	✓	
InFit 761 CIP	✓	–	
Wechselarmatur			
InFit 777 e	✓	–	
InFit 797 e	✓	–	
Eintaucharmatur			
InDip 550	✓	–	

Hinweis: Die Armaturen sind in verschiedenen Versionen erhältlich. Um sicherzustellen, dass die Bestellnummer mit der gewünschten Version übereinstimmt, nehmen Sie bitte mit Ihrer Verkaufsstelle Kontakt auf.

© 10/05 Mettler-Toledo GmbH
Printed in Switzerland

10 Theorie der polarographischen Sensoren

10.1 Einführung

In der analytischen Messung werden zwei verschiedene Typen von Elektroden verwendet: Die **potentiometrischen** und die **amperometrischen**.

- Die potentiometrischen Elektroden entwickeln eine Spannung, die durch die Aktivität eines spezifischen Ions erzeugt wird. Beispiele solcher Elektroden sind: Glaselektroden (z.B. pH-Elektroden) und die meisten ionenselektiven Elektroden. Ihre individuellen Spannungswerte können jedoch nicht bestimmt werden. Die messbare Wert ist die Potentialdifferenz zwischen der Messelektrode und einer fixen Referenzelektrode. Der Spannungswert der Referenzelektrode muss dabei konstant sein.
  Alle potentiometrischen Elektroden unterliegen den Gesetzen nach Nernst. Aus diesem Grund können die Elektroden und die Messinstrumente in den meisten Fällen untereinander ausgetauscht werden. Eine wichtige Eigenschaft der potentiometrischen Messungen ist die praktisch stromlose Bestimmung der Elektrodenspannung. Dadurch entstehen im Messmedium keine chemischen Reaktionen und das Messmedium bleibt im Gleichgewicht.

- Bei den amperometrischen Elektroden, wie zum Beispiel den O_2-Elektroden, basiert die Messung auf einer Strommessung.
  Die O_2-Elektroden bestehen aus einer Kathode und einer Anode, die über einen Elektrolyten miteinander leitend verbunden sind. Eine geeignete Polarisationsspannung zwischen Anode und Kathode reduziert den Sauerstoff an der Kathode.

  Reaktion an der Kathode:
  $O_2 + 2\ H_2O + 4e^- \rightarrow 4\ OH^-$

  Reaktion an der Anode:
  $4\ Ag + 4\ Cl^- \rightarrow 4\ AgCl + 4e^-$

  Aus diesen chemischen Reaktionen resultiert ein Strom, der proportional zum Sauerstoffpartialdruck (pO_2) ist. Die Sauerstoffelektrode verbraucht laufend Sauerstoff, der aus der Messlösung herausgelöst wird. Deshalb sind die Viskosität und der Durchsatz der Messlösung wichtige Einflussgrössen.
  Der Elektrodenstrom einer Sauerstoffelektrode ist nicht nur durch den Sauerstoffpartialdruck, sondern durch weitere Elektrodenparameter bestimmt. Der Elektrodenstrom unterschiedlicher Elektroden kann in mehreren Zehnerpotenzen voneinander abweichen. Aus diesem Grund können Sauerstoffelektroden und Transmitter nicht frei ausgetauscht werden.

© 10/05 Mettler-Toledo GmbH
Printed in Switzerland

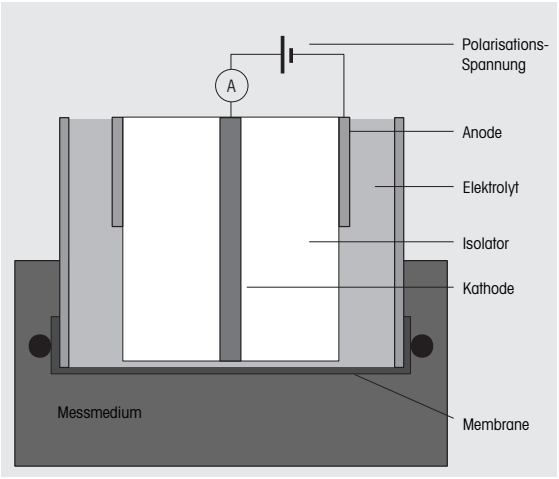
10.2 Prinzipieller Aufbau von O_2-Elektroden

Es gibt zwei Arten von Sauerstoffelektroden:

- Elektroden **ohne** Membran
- Elektroden **mit** gasdurchlässiger Membran (Clark Prinzip)

Die Membranelektrode nach Clark ist die heute am meisten verwendete Elektrode. Im Vergleich zu den Elektroden ohne Membran weisen sie folgende Vorteile auf:

- Sauerstoffmessung in Gasen und Lösungen
- Keine gegenseitige Verunreinigung von Elektrode und Messmedium
- Keine oder sehr geringe Abhängigkeit von den Strömungsbedingungen im Medium



Bei den Clark-Elektroden ist die konstruktive Auslegung sehr wichtig. Speziell die Dicke des Elektrolytfilms zwischen der Kathode und der Membrane muss in sehr engen Grenzen gehalten werden, um eine gute Linearität und einen tiefen Nullstrom (Strom in reinem Stickstoff) zu gewährleisten. Die obenstehende Abbildung zeigt den prinzipiellen Aufbau von Clark-Sauerstoffelektroden.

10.3 Einflussgrössen auf den Elektrodenstrom

Die Menge des diffundierten Sauerstoffs und die Grösse des Elektrodenstromes werden von folgenden Einflussgrössen bestimmt:

- Sauerstoffpartialdruck im Messmedium
- Membranmaterial und -dicke
- Grösse der Kathode
- Polarisationsspannung
- Temperatur
- Strömungsbedingungen im Messmedium

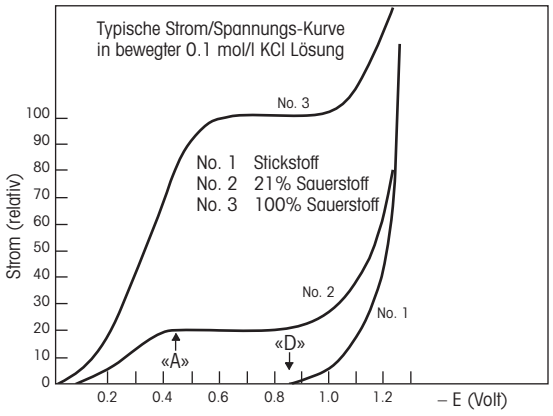
Das Gesetz nach Fick zeigt den mathematischen Zusammenhang dieser Einflüssgrössen auf:

$$I = k \bullet D \bullet a \bullet A \bullet \frac{pO_2}{X}$$

I = Elektrodenstrom
k = Konstant
D = O_2-Durchdringungskoeffizient der Membran
a = Sauerstofflöslichkeit des Membranmaterials
A = Kathodenoberfläche
pO_2 = Sauerstoffpartialdruck im Messmedium
X = Dicke der gasdurchlässigen Membran

10.4 Polarisationsspannung

Die Spannung zwischen Anode und Kathode ist so festgelegt, dass der Sauerstoff an der Kathode voll reduziert wird (> A, siehe Polarogramm), während die anderen Gase nicht angegriffen werden (< D). Die ideale Polarisationsspannung für Pt/Ag/AgCl Systeme liegt zwischen –500 und –750 mV.



Die Polarisationsspannung sollte so konstant wie möglich sein. Neben einer konstanten Spannungsquelle müssen folgende Voraussetzungen erfüllt werden:
Der elektrische Widerstand des Elektrolytfilms darf einen spezifischen Wert nicht überschreiten, damit ein Spannungsabfall verhindert wird.
Die Anode muss eine grosse Oberfläche aufweisen, damit sie nicht vom Elektrodenstrom polarisiert wird.

10.5 Temperatur

Die Temperaturabhängigkeit des Elektrodenstroms bezogen auf einen konstanten Sauerstoffpartialdruck ist überwiegend durch die Eigenschaften der gasdurchlässigen Membran bestimmt.

© 10/05 Mettler-Toledo GmbH
Printed in Switzerland

10.6 Strömungsabhängigkeit

Bei den meisten Sauerstoffelektroden ist der Elektrodenstrom in ruhigen Messmedien kleiner, als in bewegten Medien. Durch den Sauerstoffverbrauch der Elektrode wird ausserhalb der Membran in unmittelbarer Nähe der Kathode Sauerstoff aus dem Messmedium herausgelöst. Der herausgelöste Sauerstoff wird durch Diffusion innerhalb des Messmediums wieder ersetzt. Ist der Elektrodenstrom sehr hoch, kann der herausgelöste Sauerstoff durch die Diffusion nicht mehr vollständig ersetzt werden. Dadurch resultiert ein Elektrodenstrom der tiefer ist, als der, der tatsächlich dem Messmedium entsprechen würde. In bewegten Messmedien wird der verbrauchte Sauerstoff nicht nur durch Diffusion innerhalb der Flüssigkeit zugeführt, sondern zusätzlich durch die vorbeiströmende Flüssigkeit (Konvektion). Dadurch wird eine Abnahme des Sauerstoffgehaltes an der Membranoberfläche verhindert.

Stark abhängig von den Strömungsbedingungen sind Elektroden mit grossen Kathoden und dünnen hochdurchlässigen Membranen (Elektroden mit hohem Elektrodenstrom).
Das Problem der Strömumgsabhängigkeit kann meistens durch eine minimale Strömung im Messmedium gelöst werden.

In METTLER TOLEDO InPro 6800 Sensoren ist die PTFE membran, die den Elektrodenstrom (d.h. das aktuelle Messsignal) bestimmt, durch eine relativ dicke Silikonmembran vom Messmedium getrennt. Die Silikonmembran ist hochdurchlässig für Sauerstoffmoleküle und dient damit als Sauerstoffreservoir. Die Diffusion des Sauerstoffs vom Messmedium in die Silikonmembran wird über einen grossen Bereich verteilt. Dadurch wird weniger Sauerstoff pro Flächeneinheit herausgelöst. Die PTFE/Silikonmembran agiert somit als Puffer gegen hydrodynamische Störungen.

© 10/05 Mettler-Toledo GmbH
Printed in Switzerland

10.7 Sauerstoffpartialdruck – Sauerstoffkonzentration

Der Elektrodenstrom ist abhängig vom Sauerstoffpartialdruck und der Sauerstoffdurchlässigkeit der Membran – nicht aber von der Sauerstofflöslichkeit des Messmediums. Die Sauerstoffkonzentration in mg O_2/l (CL) kann deshalb nicht direkt mit einer Elektrode bestimmt werden.
Gemäss dem Gesetz nach Henry ist die Sauerstoffkonzentration proportional zum Sauerstoffpartialdruck (pO_2).

$CL = pO_2 \bullet a$
a = Löslichkeitsfaktor

Wenn «a» konstant ist, kann die Sauerstoffkonzentration mit der Elektrode bestimmt werden. Dies stimmt jedoch nur, bei konstanter Temperatur und für verdünnte wässerige Lösungen, wie zum Beispiel Trinkwasser.
Der Löslichkeitsfaktor ist nicht nur im starken Masse von der Temperatur abhängig, sondern auch von der Zusammensetzung des Messmediums:

Medium, gesättigt mit Luft	**Löslichkeit bei 20 °C (68 °F) und 760 mm Hg**
Wasser	9.2 mg O_2/l
4 mol/l KCl	2 mg O_2/l
50 % Methanol-Wasser	21.9 mg O_2/l

Obwohl die Löslichkeit sehr stark variiert, ergeben die Messungen mit der Sauerstoffelektrode für alle Messmedien den gleiche Wert.
Folglich ist die Bestimmung der Sauerstoffkonzentration nur möglich, wenn der Löslichkeitsfaktor «a» bekannt und kostant ist.
Die Löslichkeit kann mit einer Winkler Titration oder der durch Käppeli und Fiechter entwickelten Methode bestimmt werden.

Referenzen

- W.M. Krebs, I.A. Haddad Develp. Ind. Microbio., 13, 113 (1972)
- H. Bühler, W. Ingold GIT 20, 977 (1976)
- W.M. Krebs, MBAA Techn. Quart. 16, 176 (1975)
- D.P. Lucero, Ana. Chem. 40, 707 (1968)

© 10/05 Mettler-Toledo GmbH
Printed in Switzerland

Sondes O_2 InPro® 6800

Instructions d'utilisation

© 10/05 Mettler-Toledo GmbH
Printed in Switzerland

Table des matières

1 Introduction 71

2 Remarques importantes 72
2.1 Remarques concernant les instructions d'utilisation 72
2.2 Emploi approprié 72
2.3 Consignes de sécurité 73
2.4 Quelques exemples typiques d'application 74
2.5 Utilisation dans les zones Ex 74
2.6 Classification Ex selon ATEX 75
2.6.1 Introduction 75
2.6.2 Caractéristiques nominales 75
2.6.3 Conditions particulières 76
2.7 Classification Ex FM Approved 77

3 Description du produit 78
3.1 Informations générales 78
3.2 Principe 78
3.3 Livraison 78
3.4 Pièces de l'appareil 79

4 Installation 81
4.1 Montage de la sonde 81
4.2 Connexion 81
4.2.1 Connexion de la sonde InPro 6800 à un câble VP 81
4.2.2 Connexion du câble VP au transmetteur 82

5 Fonctionnement 83
5.1 Mise en service et polarisation 83
5.2 Etalonnage 84
5.2.1 Purpose of calibration 84
5.2.2 A quoi faut-il veiller pendant l'étalonnage 84
5.2.3 Etalonnage à un point 86
5.2.4 Etalonnage à deux points 86

6 Entretien 87
6.1 Contrôle de la sonde 87
6.1.1 Examen visuel 87
6.1.2 Test de la sonde avec le O_2 Sensor-Master InPro 6800 de METTLER TOLEDO 88
6.1.3 Test de la sonde à l'aide d'un transmetteur 89
6.2 Remplacer l'électrolyte ou le module à membrane ou le corps interne 90

7 Conservation 93

8 Caractéristiques du produit 93
8.1 Certificats 93
8.2 Specifications 94

9 Informations pour la commande 95
9.1 Sondes 95
9.2 Accessoires 95
9.3 Pièces de rechange 96
9.4 Transmetteurs recommandés 96
9.5 Supports recommandés 96

10 Théorie de la sonde polarographique 97
10.1 Introduction 97
10.2 Principe de conception d'une sonde à oxygène 98
10.3 Paramètres déterminant le courant 98
10.4 La tension de polarisation 99
10.5 La température 99
10.6 Dépendance relative à l'écoulement 100
10.7 Pression partielle d'oxygène – Concentration en oxygène 101

© 10/05 Mettler-Toledo GmbH
Printed in Switzerland

1 Introduction

Nous vous remercions d'avoir acheté la **sonde O_2 InPro 6800** de **METTLER TOLEDO.**

Les sondes InPro 6800 sont construites selon l'état actuel de la technique et correspondent aux règles techniques de sécurité reconnues. Cela n'empêche, qu'en cas de fausse manipulation, elles puissent présenter des dangers pour l'opérateur ou pour des tiers, ou encore pour l'installation elle-même ou d'autre biens corporels. **C'est pourquoi les personnes concernées doivent d'abord lire et comprendre les Instructions d'utilisation**.

Les instructions d'utilisation doivent être conservées à portée de main, dans un endroit accessible à toutes les personnes utilisant la sonde InPro 6800.

Pour toute question non exposée exhaustivement ou ne figurant pas dans les présentes instructions d'utilisation, veuillez prendre contact avec votre représentant METTLER TOLEDO. Nous sommes volontiers à votre disposition.

© 10/05 Mettler-Toledo GmbH
Printed in Switzerland

2 Remarques importantes

2.1 Remarques concernant les instructions d'utilisation

Les instructions d'utilisation vous expliquent comment utiliser la sonde InPro 6800 de manière efficace et tel qu'il se doit.
Ces instructions d'utilisation s'adressent au personnel en charge de l'utilisation et de la maintenance des sondes, personnel qui est supposé connaître l'installation dans laquelle la sonde est intégrée.

Notes et symboles d'avertissement

Dans ce mode d'emploi, les consignes de sécurité et autres informations sont signalées par les symboles suivants :

Ce symbole a pour but d'attirer l'attention sur les **consignes de sécurité et avertissements relatifs à des dangers potentiels** qui, s'ils ne sont pas pris en considération, pourraient être à l'origine de blessures et/ou de dommages.

Ce symbole signale des **informations ou instructions complémentaires** qui, si elles ne sont pas prises en compte, pourraient occasionner des défauts, un fonctionnement inefficace ou une éventuelle diminution de la production.

2.2 Emploi approprié

Les capteurs Mettler-Toledo InPro 6800 servent à la mesure en ligne de la pression partielle d'oxygène dans les liquides et les gaz, conformément aux indications de cette notice d'emploi.
Un emploi différent ou dépassant celui décrit dans cette notice d'emploi n'est pas considéré comme approprié. Le fabricant/fournisseur décline toute responsabilité en cas de dommages résultant d'un tel emploi, dont seul l'utilisateur assume le risque..

L'emploi approprié suppose de plus:

- Le respect des instructions, consignes et remarques de la présente notice d'emploi.
- L'inspection, l'entretien et le contrôle de fonctionnement périodiques des composants utilisés incombent à l'utilisateur qui doit, en outre, respecter les prescriptions locales de sécurité du travail et des installations.
- Le respect de toutes les remarques et mises en garde dans les publications concernant les produits utilisés en combinaison avec le capteur (supports, transmetteurs, etc.).
- Le respect des consignes de sécurité de l'installation sur laquelle le capteur est monté.

© 10/05 Mettler-Toledo GmbH
Printed in Switzerland

– L'utilisation correcte en respectant les conditions d'exploitation et de protection de l'environnement prescrites ainsi que les installations accessoires autorisées.

– En cas d'incertitude, s'informer impérativement auprès de Mettler-Toledo.

2.3 Consignes de sécurité

– L'exploitant de l'installation doit être conscient des éventuels risques et dangers de son procédé ou installation. Il est responsable de la formation du personnel servant, de la signalisation des dangers potentiels et du choix de l'instrumentation appropriée en fonction de l'état de la technique.

– Le personnel servant impliqué dans la mise en service, l'utilisation et l'entretien de ce capteur ou d'un de ses produits auxiliaires (supports, transmetteurs, etc.) doit nécessairement être instruit du procédé de production et des produits. Ceci inclut la lecture et la compréhension de la présente notice d'emploi.

– La sécurité du personnel servant et des installations incombe en dernier ressort à l'exploitant de l'installation. Ceci s'applique notamment aux installations se trouvant dans des zones à danger d'explosion.

– Le capteur d'oxygène et ses composants n'ont pas d'effet sur le procédé et ne peuvent l'influencer dans le sens d'une régulation ou d'un pilotage.

– Les intervalles d'entretien et de maintenance dépendent des conditions d'exploitation, des substances présentes, de l'installation et de la signification du système de mesure en matière de sécurité. Les procédés des clients varient fortement, de sorte que les indications données ne peuvent être qu'indicatives et doivent, dans chaque cas, être vérifiées par l'exploitant de l'installation.

– Si des mesures de protection particulières sont exigées, telles que des serrures, inscriptions ou systèmes de mesure redondants, l'exploitant est chargé de les prévoir.

– Un capteur défectueux ne doit ni être monté ni mis en service.

– Des travaux d'entretien autres que ceux décrits dans cette notice d'emploi ne doivent pas être effectués sur le capteur.

– N'utilisez que des pièces d'origine METTLER TOLEDO pour le remplacement de composants défectueux (voir «Chapitre 9.3, Pièces de rechange»).

– Ne pas apporter de modifications aux capteurs et aux accessoires. Le fabricant/fournisseur décline toute responsabilité en cas de modifications non autorisées, dont seul l'utilisateur assume le risque.

2.4 Quelques exemples typiques d'application

La liste suivante énumère quelques exemples d'application typiques, non limitatifs, du capteur d'oxygène.

Mesure dans des liquides:

– Fermentation
– Propagation de levure
– Aération de moût
– Traitement d'eau de source
– Stockage et traitement des jus de fruit

Mesure dans des gaz:

– Surveillance de la concentration limite d'oxygène pour protéger le produit de l'oxydation.
– Surveillance de la concentration limite d'oxygène dans le rejet gazeux des cuves de fermentation.
– Surveillance des valeurs limites d'oxygène dans les processus d'inertisation.
– Détermination d'oxygène dans des mélanges de gaz de processus.

2.5 Utilisation dans les zones Ex

Note:
Pour une installation dans les zones Ex veuillez-vous référer aux indications suivantes:

Classification Ex ATEX:
II 1/2GD EEx ia IIC T6/T5/T4/T3
IP6X T 69 °C/T 81 °C/T 109 °C/T 161 °C

Marqué et numéro:
SNCH 01 ATEX 3277X

Classification Ex FM Approved:
IS/I, II, III/1/ABCDEFG/T6 Ta = 60 °C
- 53 800 002; Entity

© 10/05 Mettler-Toledo GmbH
Printed in Switzerland

2.6 Classification Ex selon ATEX

2.6.1 Introduction

Conformément à l'annexe I de RL 94/9/EC (ATEX 95) des dispositifs du groupe de matériels II Categorie 1/2G conformément à RL 99/92/EC (ATEX 137), les sondes O_2 InPro 6XXX*/*/*/*/* peuvent être utilisées dans les zones 0/1 ou 0/2, ainsi que les groupes de gaz IIA, IIB et IIC, soumis au danger d'explosion par des matériaux combustibles dans la plage des classes de température T3 à T6.
Dans le cadre du montage et de l'utilisation, les exigences doivent être conformes à la norme EN 60079-14.

Conformément à l'annexe I de RL 94/9/EC (ATEX 95) des dispositifs du groupe de matériels II Categorie 1/2D conformément à RL 99/92/EC (ATEX 137), les sondes O_2 InPro 6XXX*/*/*/*/* peuvent aussi être utilisées dans les zones 20/21, soumis au danger par des poussières combustibles.
Dans le cadre du montage et de l'utilisation, les exigences doivent être conformes à la norme EN 50281-1-2.

Le circuit de mesure des sondes, le circuit de mesure de température et le circuit de la puce de données constituent chacun une partie commune d'un système intrinsèquement sans danger et sont conjointement raccordés et exploités grâce à une unité de transmetteur spécialement certifiée.

Le circuit de mesure des sondes, le circuit de mesure de température et le circuit de la puce de données constituant une partie d'un système intrinsèquement sans danger) sont galvaniquement isolés des circuits électriques non-intrinsèquement sans danger jusqu'à un voltage évalué maximum de 375 V et des éléments mis à terre jusqu'à un voltage évalué maximum de 30 V.

2.6.2 Caractéristiques nominales

Circuit de mesure:
En mode de protection contre l'allumage à sécurité intrinsèque EEx ia IIC seulement pour la connexion à un circuit de sécurité à sécurité intrinsèque certifié.

Valeurs maximales:
$U_i \leq 16$ V, $I_i \leq 190$ mA, $P_i \leq 200$ mW
Li = 0 (inductance interne effective)
Ci = 900 pF (capacité interne effective)

Remarques:
Les valeurs mentionnées ci-dessus doivent dans chaque cas être considérées comme la somme de tous les circuits électriques particuliers associés à l'alimentation électrique et à l'unité d'analyse intrinsèquement sans danger.

2.6.3 Conditions particulières

– Les températures ambiantes resp. médias permises maximum pour la zone 0 (les gaz combustibles ou les liquides combustibles) sont conformes aux classes de la température montrées dans la table ci-dessous :

Classe de température	Température ambiante resp. média max.
T 6	68 °C
T 5	80 °C
T 4	108 °C
T 3	160 °C

– Les températures de surface maximum pour la zone 20 (les poussières combustibles) sont conformes aux températures ambiantes resp. aux médias dans la table ci-dessous :

Température de surface	Température ambiante resp. média max.
T 69 °C	68 °C
T 81 °C	80 °C
T 109 °C	108 °C
T 161 °C	160 °C

Pour l'utilisation, en plus on doit observer les exigences de la section 6 des normes EN 50281-1-2.

– Il faut prendre en considération la capacité et l'inductance du câble de connexion lors du dimensionnement.

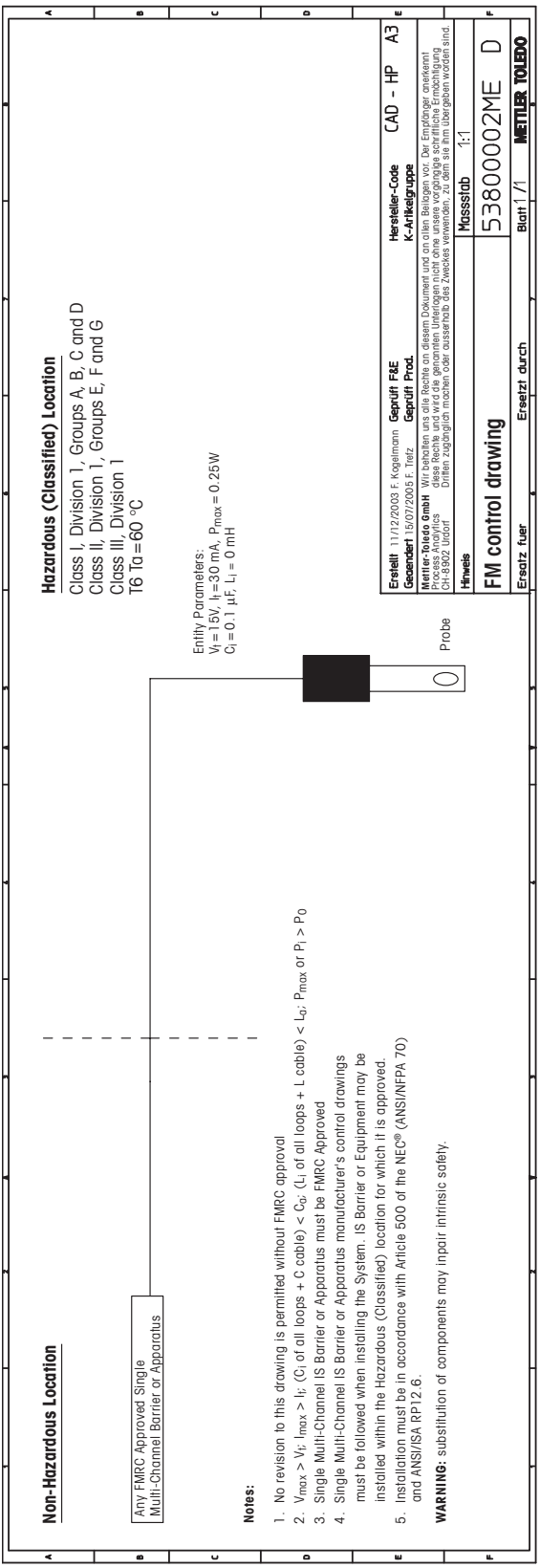
– Les sondes d'oxygène (sondes O_2) peuvent être utilisée dans/avec les supports InFit 76*-*** resp. InTrac 7**-*** ou dans/avec d'autres supports appropriés dans les domaines exposés à des risques d'explosion.

– Le corps en métal des sondes de O_2 resp. le manchon à souder de sécurité resp. le support indépendant doivent, si nécessaire, être inclus dans le test reproduisant de pression de l'unité.

– Le corps en métal des sondes de O_2 resp. le manchon à souder de sécurité resp. le support indépendant doivent être reliés de manière conductrice avec le système d'équilibrage de potentiel.

© 10/05 Mettler-Toledo GmbH
Printed in Switzerland

2.7 Classification Ex FM Approved


Non-Hazardous Location
Any FMRC Approved Single Multi-Channel Barrier or Apparatus
Hazardous (Classified) Location
Class I, Division 1, Groups A, B, C and D
Class II, Division 1, Groups E, F and G
Class III, Division 1
T6 Ta = 60 °C
Entity Parameters:
V_i = 15V, I_i = 30 mA, P_{max} = 0.25W
C_i = 0.1 µF, L_i = 0 mH
Probe
Notes:
1. No revision to this drawing is permitted without FMRC approval
2. $V_{max} > V_t$; $I_{max} > I_t$; (C_i of all loops + C cable) < C_a; (L_i of all loops + L cable) < L_a; P_{max} or $P_i > P_o$
3. Single Multi-Channel IS Barrier or Apparatus must be FMRC Approved
4. Single Multi-Channel IS Barrier or Apparatus manufacturer's control drawings must be followed when installing the System. IS Barrier or Equipment may be installed within the Hazardous (Classified) location for which it is approved.
5. Installation must be in accordance with Article 500 of the NEC® (ANSI/NFPA 70) and ANSI/ISA RP12.6.
WARNING: substitution of components may inpair intrinsic safety.
Erstellt 11/12/2003 F. Kogelmann
Geaendert 15/07/2005 F. Tretz
Gepruft F&E
Gepruft Prod.
Hersteller-Code CAD – HP
K-Artikelgruppe
A3
Mettler-Toledo GmbH Process Analytics CH-8902 Urdorf
Wir behalten uns alle Rechte an diesem Dokument und an allen Beilagen vor. Der Empfänger anerkennt diese Rechte und wird die genannten Unterlagen nicht ohne unsere vorgängige schriftliche Ermächtigung Dritten zugänglich machen oder ausserhalb des Zweckes verwenden, zu dem sie ihm übergeben worden sind.
Hinweis
Massstab 1:1
FM control drawing
53800002ME D
Ersatz fuer
Ersetzt durch
Blatt 1/1
METTLER TOLEDO

3 Description du produit

3.1 Informations générales

La sonde **InPro 6800** avec sonde de température intégrée est utilisée pour **la mesure de l'oxygène**.

La sonde est **stérilisable/autoclavable** et **compatible NEP** (**N**ettoyage **E**n **P**lace).

Les sondes InPro 6800 avec fonctionnalité ISM permettent le «Plug + Measure» et offrent des fonctionnalités de diagnostic étendues.

3.2 Principe

Vous trouverez ci-après une synthèse portant sur le principe de la mesure polarographique, principe sur lequel repose cette sonde (Clark 1961).

- La sonde Clark comprend essentiellement une électrode de travail (cathode), une contre-électrode/ électrode de référence (anode) et une membrane perméable à l'oxygène séparant les électrodes du milieu de mesure.
- Le transmetteur délivre à la cathode une tension de polarisation constante requise pour réduire l'oxygène.
- Les molécules d'oxygène diffusant à travers la membrane perméable au gaz sont réduites sur la cathode tandis qu'une oxydation a lieu simultanément sur l'anode et le métal d'anode oxydé (argent) est libéré dans l'électrolyte. L'électrolyte ferme le circuit électrique entre l'anode et la cathode (conduction ionique).
- Le courant engendré par les réactions décrites est mesuré par le transmetteur et est proportionnel à la pression partielle d'oxygène pO_2 du milieu de mesure.

Remarque: pour de plus amples informations, reportez-vous au chapitre 10 «Théorie de la sonde polarographique».

3.3 Livraison

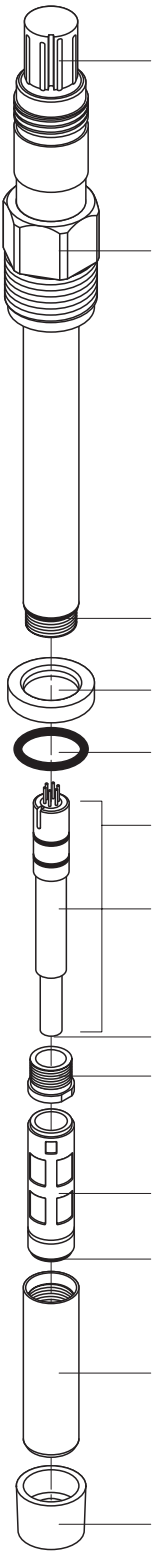
Chaque sonde est complètement montée et testée en usine afin de garantir un fonctionnement correct. La sonde est livrée avec :

- une bouteille d'électrolyte (34 100 2016)
- un certificat de contrôle de la qualité
- des certificats d'examen 3.1 B
  (en conformité avec la norme EN 10204.3/1.B)

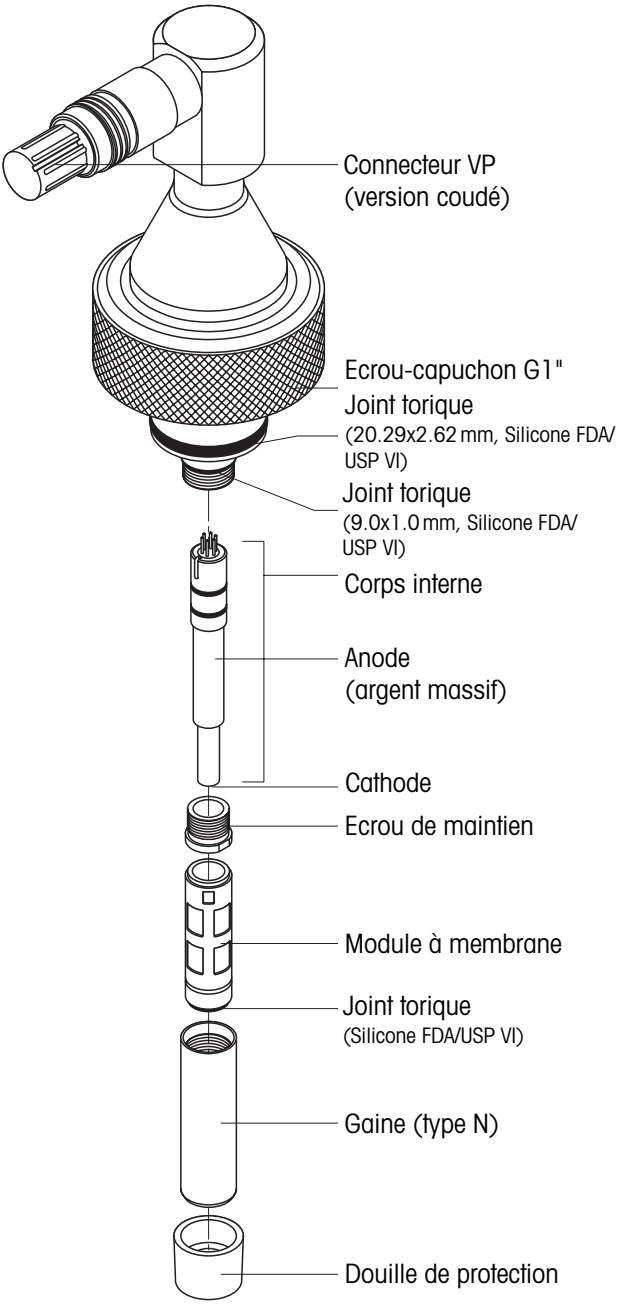
© 10/05 Mettler-Toledo GmbH
Printed in Switzerland

3.4 Pièces de l'appareil

Sonde 12 mm



Sonde 25 mm



© 10/05 Mettler-Toledo GmbH
Printed in Switzerland

4 Installation

4.1 Montage de la sonde

Attention! Enlever la douille de protection verte avant l'installation de la sonde.

Montage de la sonde dans un support

Veuillez vous reporter au manuel du support afin de savoir comment monter la sonde à cet endroit.

Montage de la sonde, directement sur un tuyau ou une cuve

Les sondes **O_2 12 mm** peuvent être montées directement sur un manchon avec un filet femelle Pg 13.5 et fixés en place au moyen le manchon fileté Pg 13.5.

Les sondes **O_2 25 mm** peuvent être montées directement sur un manchon à souder standard ou le manchon de sécurité METTLER TOLEDO.

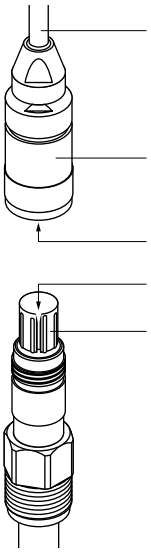
4.2 Connexion

4.2.1 Connexion de la sonde InPro 6800 à un câble VP

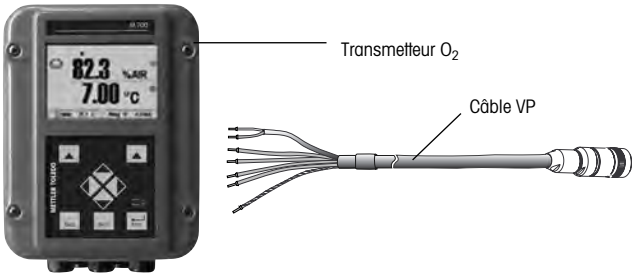
Les sondes avec fonctionnalité ISM requièrent un câble VP-8 spécifique ainsi qu'un transmetteur compatible ISM O_2. La sonde est connectée à un transmetteur à l'aide d'un câble VP. Dans des conditions d'utilisation industrielles lourdes, le câble VP garantit une connexion fiable entre le transmetteur et la sonde. La robuste fiche de connexion IP68 étanche garantit une sécurité maximale lors de l'utilisation de l'appareil.
Si vous avez opté pour une sonde avec fonctionnalité ISM, le connecteur VP comporte une EEPROM. Il est impératif de protéger ce composant électrique de toute décharge d'électricité statique.

Evitez d'entrer en contact avec le connecteur VP de la sonde.

Pour connecter le câble VP à la sonde, alignez la rainure du connecteur VP avec la came de la fiche. Serrez ensuite fermement la fiche pour assembler les deux parties.



4.2.2 Connexion du câble VP au transmetteur



Remarque: pour l'affectation des fils du câble veuillez suivre les instructions de la notice d'emploi du câble VP METTLER TOLEDO.

Remarque: pour relier le câble VP au transmetteur veuillez suivre les instructions de la notice d'emploi du transmetteur METTLER TOLEDO.

© 10/05 Mettler-Toledo GmbH
Printed in Switzerland

5 Fonctionnement

Important! Remplacer l'électrolyte avant la première mise en service (voir «chapitre 6.2»). La qualité de l'électrolyte peut être affectée par les conditions de transport et de stockage (p.ex. transport aérien, fluctuations de pression et de température). Un électrolyte de moindre qualité peut entraîner des écarts de mesure.

5.1 Mise en service et polarisation

Important! La douille de protection située à l'extrémité de la sonde doit être ôtée avant la mise en service de cette dernière.

Lors de la première mise en service de la sonde, ou si la sonde a été déconnectée de sa source de tension (transmetteur ou module de polarisation) pendant plus de 5 minutes, la sonde doit être polarisée, avant étalonnage, en la reliant au transmetteur O_2 en marche ou à un module de polarisation. La sonde est polarisée et prête à fonctionner au bout de six heures.
Une durée de polarisation plus courte suffit si l'interruption a été brève (quelques minutes). Le tableau suivant sert à déterminer la durée de polarisation correcte en fonction de la durée de dépolarisation.

Durée de polarisation [1] t_{depol} [Min.]	**Durée minimal de polarisation requise [2] [Min.]**
$t_{depol} > 30$	360
$30 > t_{depol} > 15$	$6 * t_{depol}$
$15 > t_{depol} > 5$	$4 * t_{depol}$
$t_{depol} < 5$	$2 * t_{depol}$

[1] Durée de dépolarisation:
Durée pendant laquelle la tension de polarisation n'est pas appliquée, ce qui est le cas:
- lors du remplacement de l'électrolyte,
- lors du remplacement du module à membrane,
- si le câble est détaché ou si le transmetteur ou le module de polarisation n'est pas relié au câble.

[2] Durée de polarisation:
Durée pendant laquelle la tension de polarisation est appliquée à la sonde.

Important! Réglage de la tension de polarisation pour une mesure correcte:

- applications standard (par exemple en biotechnologie): **–675 mV**
- mesures de concentrations d'oxygène constamment faibles < 500 ppb en présence de composants acides volatils (par exemple dioxyde de carbone pour les mesures en brasserie): **–500 mV**

Note: Le transmetteur doit être réglé de façon à délivrer la tension de polarisation correcte.

5.2 Etalonnage

5.2.1 Purpose of calibration

Chaque sonde d'oxygène a une pente et un zéro caractéristiques. Les deux valeurs changent, par exemple, par épuisement de l'électrolyte ou après remplacement de l'électrolyte ou du module à membrane. Afin que la sonde mesure avec une haute exactitude, il faut par conséquent effectuer un étalonnage après remplacement de l'électrolyte ou de la membrane. Avant l'étalonnage, il faut polariser la sonde pendant au moins 6 heures.

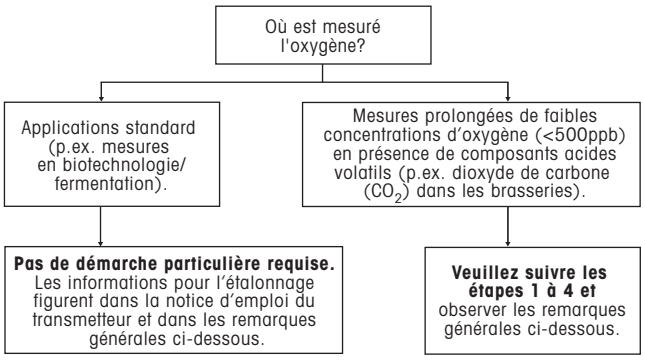
☞ **Un étalonnage du zéro n'est indiqué que si une haute exactitude est demandée à très faible concentration d'oxygène.**

☞ **Afin de savoir si votre sonde a besoin d'être étalonnée, vous pouvez la sécher, la soulever dans l'air et vous assurer qu'elle affiche près de 100 %. Dans le cas contraire, votre sonde nécessite un nouvel étalonnage.**

5.2.2 A quoi faut-il veiller pendant l'étalonnage

⚠ **Attention!** Lors de mesures prolongées de faibles concentrations d'oxygène (< 500 ppb) en présence de composants acides volatils (p.ex. dioxyde de carbone (CO_2) dans les brasseries) il convient de suivre la démarche décrite ci-après. Vous obtiendrez ainsi la meilleure exactitude de mesure.

Pour les mesures dans des applications standard (p.ex. mesures en biotechnologie/fermentation) la démarche décrite ci-après n'est pas nécessaire.


Où est mesuré l'oxygène?
Applications standard (p.ex. mesures en biotechnologie/ fermentation).
Mesures prolongées de faibles concentrations d'oxygène (<500ppb) en présence de composants acides volatils (p.ex. dioxyde de carbone (CO_2) dans les brasseries).
Pas de démarche particulière requise. Les informations pour l'étalonnage figurent dans la notice d'emploi du transmetteur et dans les remarques générales ci-dessous.
Veuillez suivre les étapes 1 à 4 et observer les remarques générales ci-dessous.

☞ **Etape 1:** réglez la tension de polarisation du transmetteur à −675 mV. Pour une information détaillée reportez-vous à la notice d'emploi du transmetteur.

☞ **Etape 2:** une durée d'équilibrage est requise après avoir réglé la tension de polarisation à −675 mV. Attendez au moins 5 minutes avant de passer à l'étape 3.

© 10/05 Mettler-Toledo GmbH
Printed in Switzerland

Etape 3: effectuez l'étalonnage comme décrit dans la notice d'emploi du transmetteur.

Etape 4: réglez la tension de polarisation du transmetteur à – 500 mV.

Etapes 1 à 4 peuvent être accomplies automatiquement si vous utilisez le transmetteur M 700. Ainsi la routine peut être réduite au minimum à quelques pressions sur la touche. En outre le transmetteur M 700 doit être équipé de la fonction SW-700-011 «compensation élevée de logiciel de CO_2». Veuillez demander votre distributeur local de Mettler-Toledo.

Remarques générales:

- **En cas d'étalonnage par l'air, la membrane de la sonde doit être sèche**, car des gouttes d'eau adhérant à la membrane faussent la valeur de mesure de l'oxygène.
- Assurez-vous que **l'indice de saturation en oxygène** du milieu d'étalonnage est **juste et reste constant** pendant l'étalonnage.
- Si l'étalonnage a lieu dans l'eau ou dans un milieu de mesure, **le milieu d'étalonnage doit être en état d'équilibre avec l'air**. L'échange d'oxygène entre l'eau et l'air est très lent. Il faut par conséquent relativement longtemps pour saturer l'eau en air.
- Un minimum de circulation est nécessaire dans le milieu qui baigne la sonde.
- En cas d'étalonnage dans un fermenteur, **l'étalonnage à un point doit être effectué après stérilisation**, car la stérilisation peut modifier la pente de la sonde. Si l'étalonnage ne peut pas être effectué après la stérilisation, il convient d'utiliser un module à membrane stérilisée, utilisée préalablement sur cette sonde. En effet, c'est surtout lors de la première stérilisation d'un nouveau module à membrane que la pente peut être modifiée de quelques pour-cent.
- Veiller à maintenir constants tous les autres paramètres comme la température et la pression.

En fonctionnement continu nous recommandons un **reétalonnage périodique dépendant de l'exactitude souhaitée, de la nature du procédé et de votre expérience**. La fréquence de reétalonnage requise dépend fortement de l'application et ne peut donc pas être indiquée avec exactitude à cet endroit.

5.2.3 Etalonnage à un point

L'étalonnage à un point détermine la pente de la sonde. Le milieu d'étalonnage est de l'eau avec une saturation en oxygène connue (par exemple eau saturée d'air) ou de l'air avec une saturation en vapeur d'eau connue (air saturé en vapeur d'eau).

Lorsque le signal de la sonde est stable, la grandeur de mesure voulue est amenée à 100% sur le transmetteur, par exemple 100 % air, 20,95 % O_2 ou 8,26 ppm – à 25 °C (77 °F), pression normale (voir mode d'emploi du transmetteur).

L'étalonnage à un point suffit pour la plupart des applications.

5.2.4 Etalonnage à deux points

L'étalonnage à deux points détermine la pente et le zéro de la sonde.

☞ **Important!** En cas d'étalonnage à deux points, **commencez toujours par le point d'étalonnage zéro** avant de procéder à l'étalonnage de la pente.

En raison du très faible courant de zéro des sondes METTLER TOLEDO, l'étalonnage à deux points n'est pas nécessaire pour les applications standard.
En règle générale le zéro devrait être réglé sur zéro ou il est automatiquement posé à zéro par le transmetteur (voir mode d'emploi du transmetteur).
L'étalonnage du zéro n'a de sens que si une haute exactitude est demandée à très faible concentration en oxygène.

⚠ **Attention! un étalonnage incorrect du zéro constitue une fréquente source d'erreur. Pour le réaliser correctement nous recommandons d'utiliser de l'azote comme milieu de mesure du zéro ou un autre milieu exempt d'oxygène et d'un degré de pureté d'au moins 99,995 %.**

Lorsque le signal de la sonde est stable (après environ 20…30 minutes), la grandeur de mesure voulue est amenée à zéro sur le transmetteur, par exemple 0 % air, 0,0 % O_2 ou 0,0 ppm (voir mode d'emploi du transmetteur).

© 10/05 Mettler-Toledo GmbH
Printed in Switzerland

6 Entretien

6.1 Contrôle de la sonde

6.1.1 Examen visuel

Pour contrôler la sonde, nous recommandons de procéder comme suit:

- Les contacts du connecteur doivent être secs. La présence d'humidité, de traces de corrosion et de saletés sur les contacts peut causer de fausses valeurs de mesure.
- Vérifier que le câble ne présente pas de pliures, de points fragiles ou de ruptures.
- Avant chaque étalonnage vérifier visuellement le bon état de la membrane. Elle doit être intacte et propre. Si elle est sale, nettoyer la membrane avec un chiffon doux et humide.

☞ **Remarque:** pour autant qu'elle soit intacte, une membrane qui ondule n'a aucun impact sur les performances de la sonde.

- Il faut remplacer le module à membrane lorsque la sonde a un temps de réponse trop long, lorsque la valeur de mesure est instable ou dérive, lorsque la sonde ne peut plus être étalonnée ou lorsque la membrane est endommagée.
- Vérifier l'absence de décolorations, de dépôts et de fissures du verre autour de la cathode. Le cas échéant, rincer à l'eau déminéralisée et nettoyer à l'aide d'un pinceau propre et doux ou d'un mouchoir en papier doux.

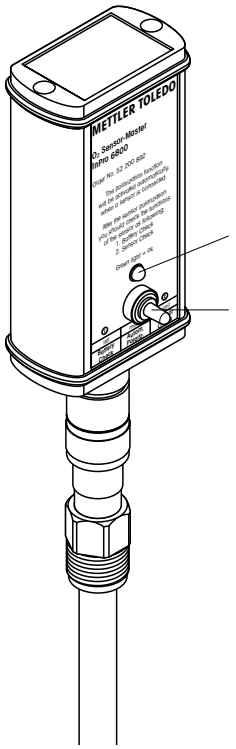
⚠ **Attention! ne pas utiliser de produits de nettoyage ou de l'alcool. Ils peuvent endommager la sonde ou entraîner des signaux parasites.**

⚠ **Attention! le corps en verre est fragile et sensible aux chocs.**

6.1.2 Test de la sonde avec le O_2 Sensor-Master InPro 6800 de METTLER TOLEDO

Nous vous recommandons d'utiliser le O_2 Sensor-Master InPro 6800 de METTLER TOLEDO afin de vérifier la qualité de votre sonde. Pour ce faire, procédez comme suit :

- Connectez la sonde au O_2 Sensor-Master.



La fonction de polarisation est activée dès la connexion de la sonde au O_2 Sensor-Master. Si la sonde a été débranchée du transmetteur pendant plus de 5 minutes, polarisez la sonde (temps de polarisation, voir «Chapitre 5.1») afin d'obtenir des résultats de test représentatifs.

- **Vérification de la pile**:

  Poussez l'interrupteur vers la gauche. Si la pile est en bon état et que le O_2 Sensor-Master est opérationnel, un voyant lumineux vert s'allume. Si tel n'est pas le cas, consultez le mode d'emploi du O_2 Sensor-Master.

- **Vérification de la sonde**:

  Avant d'effectuer ce test, la sonde **doit être polarisée** et la **membrane de la sonde doit être propre et sèche**.

  Tenir la sonde connectée au O_2 Sensor-Master dans l'air et pousser l'interrupteur vers la droite en position «2-Sensor check». Le O_2 Sensor-Master contrôle alors le courant de la sonde dans l'air ambiant. Ce dernier doit se trouver dans un domaine de valeurs prédéterminé (40 à 100 nA pour l'InPro6800).

  Si la diode verte s'allume, le courant se trouve dans ce domaine.

© 10/05 Mettler-Toledo GmbH
Printed in Switzerland

Si le voyant lumineux ne s'allume pas, vous devez vérifier la pile du O_2 Sensor-Master (voir instructions d'utilisation «Accessoires»). Si la pile fonctionne, cela signifie qu'il y a probablement un problème au niveau de votre sonde. Vous devez, dans ce cas, changer l'électrolyte et/ou la cartouche à membrane de la sonde. Si, une fois la membrane remplacée, le voyant ne s'allume toujours pas, cela signifie qu'il y a peut-être un problème au niveau du corps interne. Vous devez alors le remplacer (voir «Chapitre 6.2»).

☞ **Important!** Cette fonction ne vérifie que le courant dans l'air de la sonde. Pour avoir une garantie totale du bon fonctionnement de la sonde, un contrôle du courant résiduel dans un milieu sans oxygène doit être effectué (voir «Chapitre 6.1.3»).

6.1.3 Test de la sonde à l'aide d'un transmetteur

Pour contrôler le bon fonctionnement de la sonde, une mesure périodique du courant de zéro est recommandée (**pas d'étalonnage du zéro!**).

☞ **Important! La sonde doit être polarisée au moment du contrôle**.

Elle se fait à l'aide du gel de courant zéro (n° de commande. 34 100 1032), mais peut aussi se faire dans des gaz d'étalonnage (azote ou dioxyde de carbone, pureté d'au moins 99,995 %) ou dans un milieu saturé par ces gaz.
Après 2 minutes dans un milieu exempt d'oxygène, la sonde doit indiquer moins de 10 % de la valeur de mesure dans l'air et, après 10 minutes, moins de 1 % de cette valeur.

Des valeurs trop élevées signalent un épuisement de l'électrolyte ou une membrane défectueuse. Dans le premier cas, il faut remplacer l'électrolyte et, dans le second, le module à membrane et l'électrolyte.

Si les valeurs indiquées ci-dessus ne sont pas atteintes après remplacement de l'électrolyte et du module à membrane, vous devez alors remplacer le corps interne. Si cette mesure ne corrige toujours pas le resultat, renvoyez la sonde pour inspection à votre agence METTLER TOLEDO.

Beaucoup de milieux de mesure contiennent des substances volatiles qui ont une odeur clairement perceptible, même à très faible concentration. Comme l'oxygène, ces substances peuvent s'introduire dans l'électrolyte à travers la membrane perméable aux gaz; elles sont perceptibles au remplacement de l'électrolyte. Ces substances, ainsi qu'une légère coloration de l'électrolyte n'affectent pas, dans la plus part de cas, les propriétés de mesure de la sonde.

6.2 Remplacer l'électrolyte ou le module à membrane ou le corps interne

Les sondes O_2 METTLER TOLEDO sont livrées complètes, avec un module à membrane monté, et leur parfait fonctionnement a été contrôlé.

Si une sonde est entreposée plusieurs mois après la livraison, il convient de remplacer l'électrolyte avant la mise en service.

Si la membrane et/ou le corps interne ne fonctionne plus parfaitement (temps de réponse trop long, courant de zéro important en milieu exempt d'oxygène, dommage mécanique, etc.), il faut remplacer le module à membrane et/ou le corps interne.

⚠ **Attention!** L'électrolyte O_2 est très alcalin (pH 13). Eviter le contact de l'électrolyte avec la peau, en particulier avec les muqueuses et les yeux. **Pour cette raison, il faut porter des gants de protection et des lunettes de protection pour les travails de remplacement suivantes.**

En cas de contamination, rincer abondamment la partie du corps touchée avec de l'eau. En cas de malaise consulter un médecin.

Pour remplacer l'électrolyte ou le module à membrane ou le corps interne, respecter strictement la démarche suivante (voir aussi l'illustration ci-après):

⚠ **Attention!** Assurez-vous que les étapes de travail suivantes sont effectuées dans un environnement propre.

1. Dévisser la gaine de la tige de sonde et la retirer avec précaution.
2. Retirer le module à membrane du corps interne. Si le module à membrane est coincée dans la gaine, l'en extraire en pressant avec la pulpe du doigt. Avant de remplacer l'électrolyte il faut impérativement extraire le module à membrane de la gaine!
3. Rincer le corps interne à l'eau déminéralisée et le sécher soigneusement avec un mouchoir en papier.

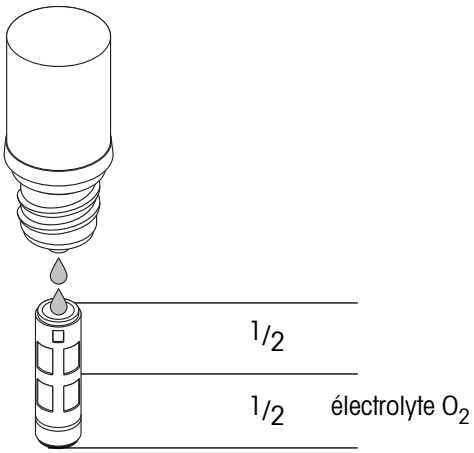
☞ **Note: Il faut uniquement excécuter les étapes 4 à 7 pour remplacer le corps interne.**

4. Dévissez l'écrou de maintien du corps interne au moyen d'une clé réglable ou d'une clé 3/8".
5. Enlevez le corps interne en l'ôtant de l'axe de la sonde. Si nécessaire, utilisez une pince.

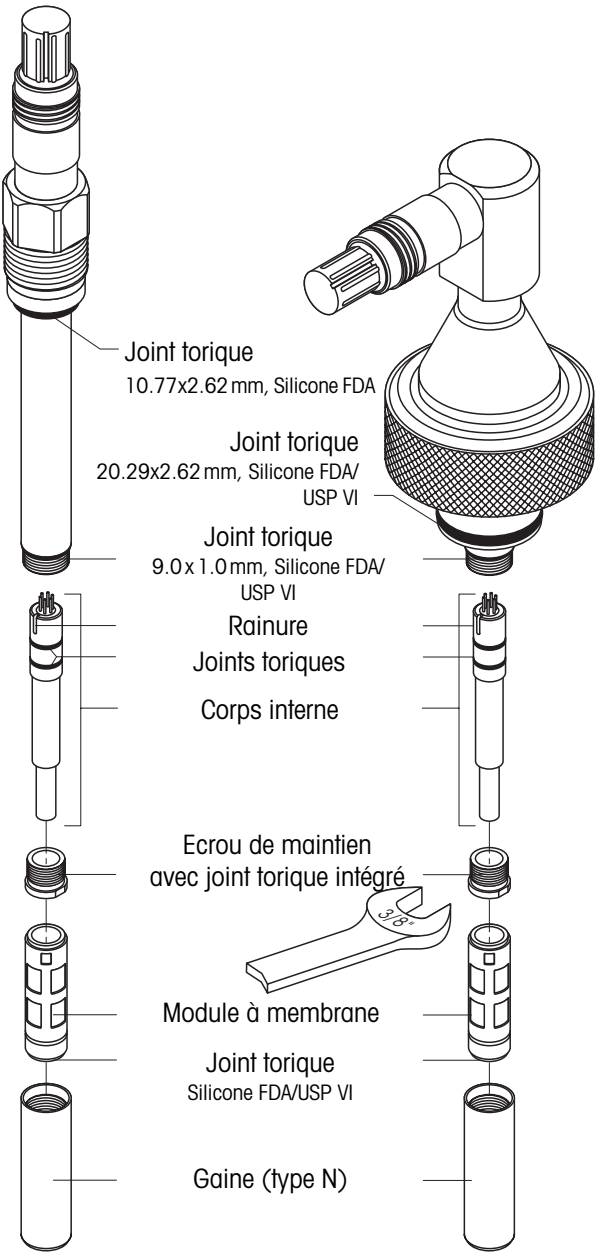
   ⚠ **Attention! Ne faites pas tourner le corps interne en l'extrayant**. Vous risqueriez d'endommager les tiges de connexion.

© 10/05 Mettler-Toledo GmbH
Printed in Switzerland

6. Insérez le nouveau corps interne dans l'axe de la sonde. Tournez le corps interne dans l'axe jusqu'à ce que la rainure du corps interne soit aligné avec la tige placée dans l'axe.
7. Enfoncez le corps interne dans l'axe et vissez le nouvel écrou de maintien en place.
8. Vérifier visuellement le bon état des joints toriques et, si nécessaire, les remplacer.
9. Remplir à moitié le module à membrane neuf d'électrolyte O_2 et vérifier que le module à membrane rempli soit exempt de bulles d'air. Secouer avec précaution le module à membrane pour chasser les bulles d'air.



10. Engager le module à membrane en position verticale sur le corps interne. Enlever l'excédent d'électrolyte à l'aide d'un mouchoir en papier.
⚠ **Important!** Entre le module à membrane et la gaine il ne doit pas y avoir d'électrolyte ni de milieu de mesure ou des saletés. Vérifier la propreté!
11. Glisser la gaine avec précaution sur le module à membrane et la visser. La gaine doit être propre et sèche.
12. Après chaque remplacement de l'électrolyte ou du module à membrane ou du corps interne, il faut polariser la sonde et la reétalonner.



© 10/05 Mettler-Toledo GmbH
Printed in Switzerland

7 Conservation

La sonde remplie d'électrolyte O_2 (n° de commande 34 100 2016) peut être conservée plusieurs mois à condition que la douille de protection soit en place. Pour éviter la durée de polarisation de 6 heures, il est possible de raccorder la sonde au O_2 Sensor-Master InPro 6800 de METTLER TOLEDO pendant le stockage.

Attention! Remplacer l'électrolyte en cas d'une durée de stockage de plus de 3 mois.

En cas de stockage prolongé, de plus de 6 mois, la sonde devrait être conservée à l'état sec, c'est-à-dire sans électrolyte dans le module à membrane.

Attention! Une sonde conservée à sec (sans électrolyte dans le module à membrane) **ne doit pas être raccordée au O_2 Sensor-Master InPro 6800**.

8 Caractéristiques du produit

8.1 Certificats

Chaque sonde est livré avec un jeu de **certificats 3.1 B** (en conformité avec la norme EN 10204.3/1.B).

Toutes les pièces métalliques en contact avec le milieu (axe de la sonde, gaine et module à membrane) sont identifiées à l'aide d'un symbole correspondant au numéro de coulée. Le symbole gravé sur la sonde correspond au numéro de coulée qui figure sur le certificat papier délivré avec la sonde.

Chaque pièce métallique en contact avec le milieu (axe de la sonde, gaine et module à membrane) est polie de manière à obtenir une rugosité de surface inférieure à 0,4 µm. Cela équivaut à un niveau de rugosité de N5 (selon la norme ISO 1320:1992).

8.2 Specifications

Attention! Veuillez prendre la notice applicable 52 201 146 en considération lorsque le capteur est utilisé avec le corps à membrane T-6800 gaz pour la mesure de l'oxygène partiel dans les gaz. Cette notice se trouve seulement dans le manuel d'instruction des corps à membrane T-6800 gaz et kits.

	InPro 6800
Principe de mesure	Ampérométrique/ Polarographique
Conditions d'utilisation	
Domaine de pression admissible (mesure)	0,2…6 bar absolu [2,9…87,0 psi absolu]
Domaine de pression (résistance méchanique)	max. 12 bar absolu [174,0 psi absolu]
Domaine de température admissible (mesure)	0…80 °C [32…176 °F]
Domaine de température max. (résistance méchanique)	–5…140 °C [23…284 °F] (stérilisable/autoclavable)
Construction	
Compensation de la température	Automatique avec RTD intégré
Connexion du câble	Vario Pin (IP 68), droit ou coudé
Matériaux des joints toriques	Silicone FDA et USP VI approuvé
Matériaux de la membrane	PTFE /Silicone/PTFE (renforcé avec maille)
Pièces métalliques en contact avec le milieu (3.1 B)	Acier inoxydable, matériaux spéciaux sur demande
Rugosité de surface des pièces métalliques en contact avec le milieu (ISO 1320:1992)	N5 (RA < 0,4 µm [16 µin])
Corps interne «quick disconnect»	Standard
Cathode	Pt
Anode	Ag
Cathode annulaire auxiliaire de garde	Non
Dimensions	
Diamètre de la sonde	12 ou 25 mm (0,47" ou 0,98")
Longueur d'immersion (a) pour sonde de diamètre 12 mm	70, 120, 220, 320, 420 mm (2,8; 4,7; 8,66; 12,6; 16,54")
Longueur d'immersion (a) pour sonde de diamètre 25 mm	80;160; 260; 360 mm (3,15; 6,3; 10,24; 14,17")
Performances	
Limite de détection	6 ppb
Précision	≤ ±[1 % + 6 ppb] de la valeur mesurée aux liquides
Temps de réponse à 25 °C (air → N_2)	98 % de la valeur finale < 90 s
Signal de la sonde dans l'air ambiant (25 °C)	50…110 nA
Signal résidual dans un milieu exempt d'oxygène	< 0,1 % du signal dans l'air ambiant
Erreur de flux maximum	≤ 5%
Certification	
EHEDG, 3A	Oui
3.1 B (EN 10204.3/1.B)	Oui
ATEX certificat	Oui
FM Approval	Oui
FDA/USP VI	Oui
Contrôle qualité	Oui
Compatibilité	
avec les transmetteurs METTLER TOLEDO	voir «Chapitre 9.4»
avec les supports METTLER TOLEDO	voir «Chapitre 9.5»

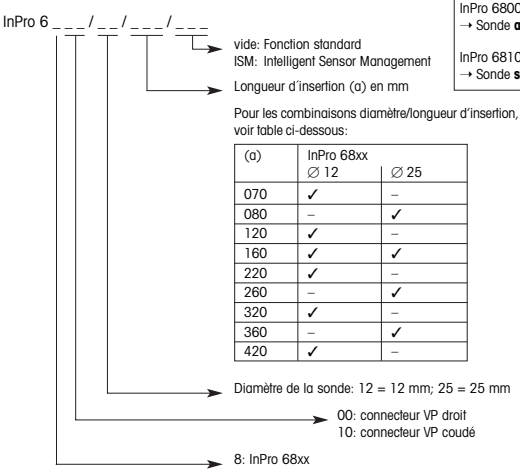
© 10/05 Mettler-Toledo GmbH
Printed in Switzerland

9 Informations pour la commande

Pour de plus amples informations consultez la fiche technique. Veuillez la demander à votre fournisseur.

9.1 Sondes

Intelligent Sensor Management (ISM) Configuration sonde O_2


InPro 6 ___ / __ / ___ / ___
vide: Fonction standard
ISM: Intelligent Sensor Management
Longueur d'insertion (a) en mm
Pour les combinaisons diamètre/longueur d'insertion, voir table ci-dessous:
Diamètre de la sonde: 12 = 12 mm; 25 = 25 mm
00: connecteur VP droit
10: connecteur VP coudé
8: InPro 68xx

(a)	InPro 68xx ∅ 12	∅ 25
070	✓	–
080	–	✓
120	✓	–
160	✓	✓
220	✓	–
260	–	✓
320	✓	–
360	–	✓
420	✓	–

Example de configuration:
InPro 6800/12/120/ISM
→ Sonde **avec** fonction ISM

InPro 6810/25/260
→ Sonde **sans** fonction ISM

Sonde sans ISM fonctionnalité

Longueur d'immersion (a)	Diamètre 12 mm droit	coudé	Diamètre 25 mm droit	coudé
70 mm (2,8")	52 200 964	52 200 969	—	—
80 mm (3,2")	—	—	52 200 974	52 200 978
120 mm (4,7")	52 200 965	52 200 970	—	—
160 mm (6,3")	—	—	52 200 975	52 200 979
220 mm (8,7")	52 200 966	52 200 971	—	—
260 mm (10,2")	—	—	52 200 976	52 200 980
320 mm (12,6")	52 200 967	52 200 972	—	—
360 mm (14,2")	—	—	52 200 977	52 200 981
420 mm (16,5")	52 200 968	52 200 973	—	—

9.2 Accessoires

Accessoire	No. de cmde.
O_2 Sensor-Master InPro 6800	52 200 892
O_2 Simulateur de sonde	52 200 891
Manchon d'adaptateur T82 – VP fiche	52 200 939
Manchon d'adaptateur VP – T82 fiche	52 200 940
Câble VP6-ST/ 3 m	52 300 108
Câble VP6-ST/ 5 m	52 300 109
Câble VP6-HT/ 3 m	52 300 112
Câble VP6-HT/ 5 m	52 300 113
Câble VP8-ST/ 3 m	52 300 354
Câble VP8-ST/ 5 m	52 300 355
Câble VP8-HT/ 3 m	52 300 361
Câble VP8-HT/ 5 m	52 300 362
Gel de courant zero	34 100 1032

Pour toute autre longueur ou type de câble, veuillez contacter votre agence Mettler-Toledo.

© 10/05 Mettler-Toledo GmbH
Printed in Switzerland

9.3 Pièces de rechange

Pièces de rechange	No. de cmde.
Module à membrane, seule T-96	52 200 071
Kit module à membrane (4 module à membrane, Jeu des joints toriques, 25 ml bouteille de l'électrolyte)	52 200 024
Module à membrane (20 unités) T-96	52 200 791
Bouteille de l'électrolyte (25 ml)	34 100 2016
Corps interne InPro 6800 «quick disconnect»	52 200 899
Manchon protection type N	52 200 037
Manchon protection avec panier protecteur type P	52 200 038

9.4 Transmetteurs recommandés

Transmetteur	No. de commande
Transmetteur O_2 M 700	Contactez votre représentant METTLER TOLEDO.
Transmetteur O_2 4100 e FF	
Transmetteur O_2 4100 e/2 (x) H	
Transmetteur O_2 4100 PA	
Transmetteur O_2 4100 e	
Transmetteur O_2 4050 e	

9.5 Supports recommandés

Support	12 mm Ø	25 mm Ø	
Support fixe			Veuillez contacter votre agence Mettler-Toledo.
«Manchon INGOLD de sécurité à souder»	–	✓	
InFit 761 CIP	✓	–	
Support rétractable			
InFit 777 e	✓	–	
InFit 797 e	✓	–	
Support à immersion			
InDip 550	✓	–	

Note: Les supports étant disponible dans différentes finitions, veuillez prendre contact avec votre revendeur pour vous assurez que les numéros de commande correspondent bien avec la finition désirée.

© 10/05 Mettler-Toledo GmbH
Printed in Switzerland

10 Théorie de la sonde polarographique

10.1 Introduction

Deux types d'électrodes sont employés dans le cadre du travail d'analyse : **les électrodes potentiométriques et ampérométriques**.

– Les électrodes potentiométriques développent une tension générée par l'activité d'un ion particulier. Exemples: les électrodes de verre (telles que les électrodes de mesure du pH) et la plupart des électrodes sélectives pour ions. Leurs potentiels individuels ne peuvent pas être déterminés. La quantité mesurable est la différence de potentiel entre l'électrode de mesure et une électrode de référence inerte. Le potentiel de la sonde de référence doit être constant.
Toutes les électrodes potentiométriques sont soumises à la loi de Nernst. C'est pour cette raison que, dans la plupart des cas, les électrodes et instruments de mesure ne sont pas interchangeables. La détermination de la tension d'électrode sans courant constitue l'une des exigences en matière de mesures potentiométriques. Pendant la mesure, aucune réaction chimique ne se produit et la solution reste en équilibre.

– Dans le cas d'électrodes ampérométriques, telles que les sondes à oxygène, la mesure de l'activité est basée sur la mesure du courant.
La sonde à oxygène se compose d'une cathode et d'une anode connectées de manière conductive par un électrolyte. Une tension de polarisation adaptée entre l'anode et la cathode réduit de manière sélective l'oxygène au niveau de la cathode.

Réaction cathodique :
$O_2 + 2\ H_2O + 4e^- \rightarrow 4\ OH^-$
Réaction anodique :
$4\ Ag + 4\ Cl^- \rightarrow 4\ AgCl + 4e^-$

Ces réactions chimiques génèrent un courant électrique qui est proportionnel à la pression partielle d'oxygène (PO_2). La sonde à oxygène consomme l'oxygène qui est continuellement extrait de la solution. La viscosité et le taux d'écoulement de la solution constituent dès lors deux paramètres importants.
Le courant d'électrode d'une sonde à oxygène est non seulement déterminé par la pression partielle d'oxygène mais également par de nombreux autres paramètres relatifs aux électrodes. Les courants d'électrode de différents types de sondes peuvent varier de plusieurs puissances de dix. C'est pour cette raison que les électrodes à oxygène et les amplificateurs ne peuvent pas être interchangés.

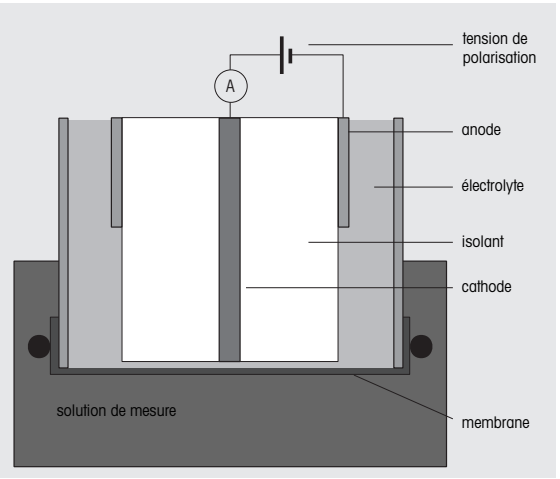
10.2 Principe de conception d'une sonde à oxygène

Il existe deux principaux types d'électrodes à oxygène :

- Les électrodes **sans** membrane
- Les électrodes **avec** membrane perméable au gaz (Principe de Clark)

Selon Clark, l'électrode à membrane constitue le type d'électrode le plus utilisé actuellement. En comparaison avec les électrodes sans membrane, ce type d'électrode présente les avantages suivants :

- Mesure de l'oxygène dans des gaz et solutions
- Pas de contamination mutuelle de la sonde et de la solution
- Peu ou pas de dépendance relative à l'écoulement



Dans le cas de l'électrode de Clark, la configuration géométrique est très importante. L'épaisseur du film d'électrolyte situé entre la cathode et la membrane doit satisfaire des tolérances très strictes, de manière à garantir une bonne linéarité et un courant de zéro faible (courant dans une atmosphère d'azote). L'image ci-dessus représente une électrode à oxygène de type Clark.

10.3 Paramètres déterminant le courant

La quantité d'oxygène diffusée et l'intensité du courant d'électrode sont influencés par les paramètres suivants :

- La pression partielle d'oxygène de la solution
- L'épaisseur et le matériau constituant la membrane
- La taille de la cathode
- La tension de polarisation
- La température
- Les conditions d'écoulement de la solution

© 10/05 Mettler-Toledo GmbH
Printed in Switzerland

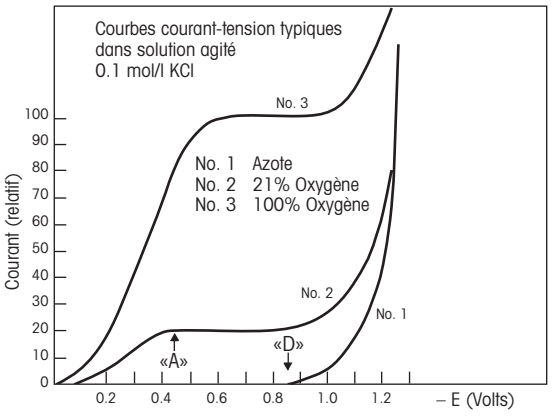
La loi de Fick établit la relation mathématique entre ces paramètres :

$$I = k \bullet D \bullet a \bullet A \bullet \frac{PO_2}{X}$$

I = courant d'électrode
k = constante
D = coefficient de diffusion d'O_2 dans la membrane
a = solubilité d'O_2 dans le matériau de la membrane
A = surface de la cathode
pO_2 = pression partielle d'oxygène de la solution
X = épaisseur de la membrane perméable au gaz

10.4 La tension de polarisation

La tension entre l'anode et la cathode est sélectionnée de telle sorte que l'oxygène soit totalement (> A, voir polarogramme) réduit tandis que les autres gaz ne sont pas affectés (< D). La tension idéale pour le système Pt/Ag/AgCl se situe entre –500 et –750 mV.



La tension de polarisation doit rester aussi constante que possible. Outre une source de tension constante, les conditions suivantes doivent également être remplies : La résistance électrique du film d'électrolyte ne doit pas dépasser une certaine valeur afin d'éviter une chute de tension.
L'anode doit présenter une grande surface de manière à éviter la polarisation de l'anode par le courant d'électrode.

10.5 La température

La dépendance à la température d'un courant traversant une électrode à oxygène, avec une pression partielle d'O_2 constante, est principalement déterminée par les propriétés de la membrane perméable au gaz.

10.6 Dépendance relative à l'écoulement

Avec la plupart des électrodes à oxygène, le courant d'électrode est plus bas dans les solutions stagnantes que dans les solutions agitées. La consommation d'oxygène de la sonde occasionne l'extraction de l'oxygène contenu dans la solution à proximité de la cathode, à l'extérieur de la membrane. L'oxygène est remplacé par diffusion. Si le courant d'électrode est fort, la solution n'est pas capable de régénérer totalement l'oxygène par diffusion. De ce fait, le courant d'électrode est plus faible que le courant qui devrait correspondre aux conditions dans la solution. Dans les solutions agitées, l'oxygène est transporté vers la surface de la membrane par diffusion mais également par le flux (convection). Dans ce cas, il ne se produit aucun appauvrissement en oxygène à la surface de la membrane.

Un niveau élevé de dépendance à l'écoulement intervient généralement lors de l'utilisation de grandes cathodes et de membranes fines et très perméables, c'est-à-dire lorsque le courant d'électrode est plus grand.

Le problème de la dépendance à l'écoulement est souvent résolu en prescrivant un taux d'écoulement minimum.
Dans les sondes InPro 6800 de METTLER TOLEDO, la fine membrane en PTFE qui détermine le courant d'électrode (c-à-d. le véritable signal de mesure) est séparée de la solution à analyser par une membrane en silicone relativement épaisse. Cette dernière est hautement perméable aux molécules d'oxygène et agit donc comme un réservoir à oxygène. La diffusion de l'oxygène hors de la solution à analyser dans la membrane en silicone se fait sur une grande surface. Etant donné que ce processus a pour effet de réduire la quantité d'oxygène extraite de la solution à analyser par unité de surface, la double membrane en PTFE/silicone forme un tampon efficace contre les perturbations dues à l'écoulement hydrodynamique.

© 10/05 Mettler-Toledo GmbH
Printed in Switzerland

10.7 Pression partielle d'oxygène – Concentration en oxygène

Le courant d'électrode dépend de la pression partielle d'oxygène et la perméabilité à l'oxygène de la membrane et non de la solubilité O_2 dans les solutions. La concentration en oxygène en mg O_2/l (CL) ne peut dès lors pas être déterminée directement au moyen d'une électrode.
Selon la loi d'Henry, la concentration en oxygène est proportionnelle à sa pression partielle (PO_2).

$CL = pO_2 \bullet a$
a = facteur de solubilité

Si «a» est une constante, la concentration en oxygène peut être déterminée au moyen d'une électrode. Ce principe s'applique à une température constante et dans le cas de solutions aqueuses diluées telles que l'eau potable.
Le facteur de solubilité est fortement influencé par la température mais également par la composition de la solution :

Milieu, sat. avec air	**Solubilité àt 20 °C (68 °F) et 760 mm Hg**
Eau	9,2 mg O_2/l
4 mol/l KCl	2 mg O_2/l
50 % Méthanol-eau	21,9 mg O_2/l

Bien que leurs solubilités soient totalement différentes, la sonde à oxygène donne le même résultat dans les 3 solutions.
Ainsi donc, la détermination de la concentration en oxygène n'est possible qu'avec des facteurs de solubilité «a» connus et constants.
La solubilité peut être déterminée par un titrage Winkler ou suivant la méthode décrite par Käppeli et Fiechter.

Références:

- W.M. Krebs, I.A. Haddad Develp. Ind. Microbio., 13, 113 (1972)
- H. Bühler, W. Ingold GIT 20, 977 (1976)
- W.M. Krebs, MBAA Techn. Quart. 16, 176 (1975)
- D.P. Lucero, Ana. Chem. 40, 707 (1968)

Notes:

© 10/05 Mettler-Toledo GmbH
Printed in Switzerland

© 10/05 Mettler-Toledo GmbH
Printed in Switzerland

BR **Mettler-Toledo Ind. e Com. Ltda.,** Alameda Araguaia, 451 - Alphaville
BR - 06455-000 Barueri/SP, Brazil, Phone +55 11 4166 74 00, Fax +55 11 4166 74 01

CH **Mettler-Toledo (Schweiz) AG,** Im Langacher, CH - 8606 Greifensee, Switzerland
Phone +41 44 944 45 45, Fax +41 44 944 45 10

D **Mettler-Toledo GmbH,** Prozeßanalytik, Ockerweg 3, D - 35396 Gießen, Germany
Phone +49 641 507-333, Fax +49 641 507-397

F **Mettler-Toledo Analyse Industrielle Sàrl,** 30 Bld. de Douaumont, BP 949,
F - 75829 Paris Cedex 17, France, Phone +33 1 47 37 06 00, Fax +33 1 47 37 46 26

USA **Mettler-Toledo Ingold, Inc.,** 36 Middlesex Turnpike, Bedford, MA 01730, USA
Phone +1 781 301-88 00, Fax +1 781 271-06 81

Mettler-Toledo GmbH, Process Analytics, Industrie Nord, CH - 8902 Urdorf, Switzerland
Phone +41 44 729 62 11, Fax +41 44 729 66 36
Subject to technical changes. 01/06. © Mettler-Toledo GmbH. Printed in Switzerland. 52 200 953